



Universidad Austral de Chile

Centro Trapananda

INFORME FINAL PROYECTO FIP 2006-09

**EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DE ALFONSINO y ORANGE
ROUGHY, AÑO 2006**

Informe CT 07-007

CONTRAPARTE TÉCNICA

Subsecretaría de Pesca

PREPARADO POR:

Edwin Niklitschek¹, Jorge Cornejo¹, Eduardo Hernández¹,
Pamela Toledo¹, Claudio Herranz¹, Rodrigo Merino¹, Alejandra
Lafon¹, Leonardo Castro², Rubén Roa², Gustavo Aedo².

¹Universidad Austral de Chile

²Universidad de Concepción

Coyhaique, 26 de Octubre de 2007

PRESENTACIÓN DE AUTORES POR FUNCIÓN O TEMA DESARROLLADO

Nombre	Función
Edwin Niklitschek	Jefe de Proyecto; análisis y post-proceso de datos acústicos, análisis estadístico; jefe de cruceros 1 y 7.
Jorge Cornejo	Administrador base de datos; análisis de datos; jefe de cruceros 2, 4, 8 y 9.
Eduardo Hernández	Asistente prospecciones hidroacústicas; post-proceso de datos hidroacústicos.
Pamela Toledo	Post-proceso datos hidroacústicos, preparación de informes.
Claudio Herranz	Análisis estadístico.
Rodrigo Merino	Asistente prospecciones hidroacústicas y jefe de cruceros 3, 5 y 6.
Alejandra Lafon	Coordinación, diseño y análisis muestreo biológico.
Leonardo Castro	Coordinador sección oceanografía, análisis de plancton.
Rubén Roa	Análisis estadístico.
Gustavo Aedo	Análisis fauna acompañante.

Colaboradores:

Mónica Barros	Asistente prospecciones hidroacústicas.
Adolfo Meza	Observador biológico.
Claudio Carocca	Observador biológico.
Freddy Duarte	Observador biológico.
Mauricio Ulloa	Observador biológico (IFOP).
Luis Troncoso	Observador biológico (IFOP).
Oswaldo Castillo	Observador biológico (IFOP).
Cristián Salgado	Observador biológico (IFOP).

RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó nueve cruceros de investigación con el fin de estimar la abundancia y biomasa de agregaciones de orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) y alfonsino (*Beryx splendens*) en los montes submarinos adyacentes al archipiélago de Juan Fernández. La evaluación del orange roughy (10 de junio al 25 de agosto de 2006) cubrió los montes submarinos JF1 (Juan Fernández o Plataforma), JF2 (Jamón), JF3 (Teta) y JF4 (Tesa). La evaluación del alfonsino se efectuó en primavera (2 de octubre al 1 de noviembre), comprendiendo los montes submarinos JF1 (Juan Fernández), JF1.1 (sur de Juan Fernández), JF2 (Jamón), JF5 y JF6. Estimaciones de alfonsino en el monte JF4 fueron obtenidas en invierno, como parte de la evaluación de orange roughy en esa área.

El muestreo hidroacústico fue de carácter semi-adaptativo, basado en prospecciones globales del área de estudio (grilla gruesa), seguidas de prospecciones repetidas de mayor resolución (grilla fina) en las zonas de mayor densidad. La evaluación de orange roughy se concentró en el estrato batimétrico de 500 a 1.000 m, mientras que la investigación sobre alfonsino incluyó desde 200 a 600 m. Se completó un total de 11 ciclos de prospección considerados válidos para orange roughy, 13 para alfonsino y un total de 122 lances de identificación. Aunque el muestreo de orange roughy se efectuó dentro de la ventana de desove prevista, no se encontró evidencia de actividad reproductiva (desove) en el monte JF4 y se sugiere excluir estos datos de la serie temporal del recurso.

El índice de abundancia total de orange roughy alcanzó a $4,1 \times 10^6$ individuos $\pm 12\%$ (CV muestral), equivalente a una biomasa de 8.000 toneladas $\pm 12\%$ (CV). El índice de abundancia total estimado para alfonsino alcanzó a $24,2 \times 10^6$ individuos $\pm 28\%$ (CV muestral), correspondiente a una biomasa total de 17.900 toneladas $\pm 28\%$ (CV). El presente trabajo reporta los resultados del re-análisis estandarizado de la serie de prospecciones 2003-2006. Se dimensiona los resultados de esta serie como indicadores de abundancia relativa y se sugiere evitar toda interpretación de los mismos como estimaciones de abundancia absoluta.

Se analizó cuatro grupos de índices de abundancia relativa basados en el monitoreo de la actividad comercial de la flota de orange roughy. Dos de ellos basados en captura por unidad de esfuerzo y dos en los registros acústicos pasivos de los ecosondas comerciales de las naves. Habida cuenta de lo corto de la serie de datos analizados, se obtuvo una alta correlación entre dos índices relacionados con el análisis espacialmente explícito de los registros acústicos pasivos. Los mejores resultados ($\rho = 0,80$; $p < 0,01$) correspondieron a un índice binomial que estima la proporción del área explorada por las naves, con presencia efectiva del recurso.

La estructura de tallas de orange roughy se vió influenciada tanto por el sexo como por las zonas; las hembras de orange roughy alcanzaron un tamaño medio de $45,6 \text{ cm} \pm 0,16(\text{EE})$, siendo éste mayor que el de los machos que fue de $41,6 \text{ cm} \pm 0,17(\text{EE})$ en todas las zonas. La proporción de hembras de orange roughy fue significativamente distinta entre montes, encontrándose en los montes JF2 y JF4 una mayor proporción de hembras con valores de 0,66 y 0,80 respectivamente; mientras que en los montes JF1 y JF3 predominaron los machos con valores de 0,61 y 0,52 respectivamente.

La estructura de tallas de alfonsino mostró efectos significativos de las variables zona y sexo. Una comparación pareada entre zonas, indicó que la estructura de tallas fue significativamente distinta entre todas las zonas, a excepción de JF1 y JF6. Al considerar las zonas dentro de los sexos todas presentaron diferencias significativas. La talla promedio de las hembras de alfonsino fue de $33 \text{ cm} \pm 1,2 (\text{EE})$ y fue mayor que la talla promedio de los machos que fue de $31,3 \text{ cm} \pm 0,70(\text{EE})$.

Se identificó un total de 43 especies ícticas concurrentes en las capturas de orange roughy y alfonsino durante la temporada de pesca 2006. De ellas, nueve correspondieron a peces cartilaginosos y 34 a peces óseos. Los montes JF2 y JF3 presentaron la mayor diversidad con 20 y 15 especies respectivamente. Las especies *Sebastes oculatus*, *Macruronus magellanicus* y *Etmopterus granulosus* fueron las más importantes en peso, mientras que *S. oculatus* y *Caprodon longimanus* fueron dominantes en número. Se observó diferencias en la asociación de especies en los distintos estratos de profundidad, principalmente entre estratos inferiores y superiores a 600 m, independientemente de la zona de pesca. Las principales asociaciones ictiofaunísticas correspondieron a *i*) ensambles de peces presentes a profundidades < 500 m; *ii*) el estrato 500–599 m, dominado por *S. oculatus*; y *iii*) los estratos 700–799 m y 800–899 m, donde destacaron *E. granulosus* y *Gadella obscurus*.

Los resultados de los estudios oceanográficos mostraron una capa superior más cálida y salina, mezcla de Agua Subantártica (ASAA) con Agua Subtropical (AST), de espesor variable entre 0 y 150 m, temperatura entre 14 y 15°C, salinidad entre 34,0 y 34,2 y contenido de oxígeno disuelto cercano a los 4,0 ml/L. Bajo los 180 m se identificó Aguas Ecuatoriales Sub-superficiales (AESS) con un espesor variable y un núcleo centrado alrededor de los 250 m, con temperatura entre 10 y 11°C, salinidad entre 34,4 y 34,6 y contenido de oxígeno entre 0,5 y 2 ml/L. El límite inferior de las AESS bordea la cúspide de alguno montes submarinos. Bajo las AESS se ubicó Agua Intermedia Antártica (AIA) con temperatura en torno a 5°C y salinidad de 34,3. A lo largo de la transecta zonal el campo de densidad mostró variaciones laterales bajo los 120 m de profundidad los cuales generaron flujos geostroficados meridionales que alternan su dirección y cuyas velocidades fluctuaron entre -15 y 10 cm/s.

Se obtuvo muestras de ictioplancton en invierno y primavera (54 y 29 estaciones, respectivamente). Las zonas que presentaron mayores abundancias promedio de huevos de peces fueron el monte JF3 (4.988 h/10 m²) en invierno, y los montes JF2 (8.659 h/10 m²) y JF1 (6.147 h/10 m²) en primavera. Huevos de orange roughy fueron encontrados sobre los cuatro montes muestreados en invierno (JF1 a JF4). El monte con mayor frecuencia de muestreos positivos de huevos de orange roughy fue JF3, seguido por JF2, JF1 y JF4. La mayor densidad promedio de huevos de orange roughy fue también para JF3 (480 h/1.000 m³), seguido por JF1 (201 h/1.000 m³), JF4 (163 h/1.000 m³) y JF2 (50 h/1.000 m³). Durante primavera no se encontró huevos de orange roughy en ningún monte.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de trabajo involucrado en el presente proyecto desea manifestar sus agradecimientos a la Subsecretaría de Pesca y al Consejo y Secretaría Ejecutiva del Fondo de Investigación Pesquera por su apoyo institucional y financiero al presente Proyecto.

Nuestro agradecimiento también a las empresas participantes, EMDEPES S.A., Pesquera Bío Bío S.A., Friosur S.A., Pesquera El Golfo S.A. y Pescachile S.A. por su apoyo operacional y profesional a este estudio. Especial reconocimiento a los ejecutivos, la tripulación, patrones y capitanes de las embarcaciones con los cuales trabajamos en el desarrollo de ésta investigación, representadas por los señores Enrique Gutiérrez, Francisco González, Luis Estrada, Héctor Rodríguez, Mauricio Guajardo, Patricio Herrera, Luis Uribe, Francisco Hidalgo, Francisco Romero, José Carrillo y Marcelo Bachelli.

Índice General

1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVO GENERAL.....	2
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
I.Abundancia y biomasa de orange roughy y alfonsino en los principales caladeros del Archipiélago de Juan Fernández, año 2006 (objetivos específicos 1 y 2).....	3
1.INTRODUCCIÓN.....	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
2.1. Áreas y periodo de estudio.....	4
2.2. Montaje, instalación y configuración del sistema acústico.....	7
2.2.1. Embarcaciones y equipamiento utilizado.....	7
2.2.2. Instalación y configuración del sistema acústico.....	9
2.2.3. Calibración.....	9
2.3. Muestreo hidroacústico.....	10
2.4. Composición de especies en los ecotrazos.....	11
2.5. Ecointegración.....	13
2.5.1. Coeficiente volumétrico de retro-dispersión (SV) por pulso transmitido.....	13
2.5.2. Coeficiente de dispersión por unidad de área náutica en la región k.....	14
2.5.3. Protocolo de post-proceso.....	14
2.6. Control y corrección de fuentes conocidas de sesgo.....	14
i) Calibración de los equipos.....	14
ii) Atenuación de la señal como consecuencia del movimiento del transductor.....	15
iii) Pulsos perdidos y defectuosos.....	16
iv) Eco incidental.....	17
v) Absorción del sonido.....	17
vi) Zona ciega.....	18
2.7. Densidad acústica.....	19
2.7.1. Proporción de SA asignado a la especie objetivo en cada intervalo de muestreo	19
2.7.2. Coeficiente medio de dispersión por unidad de área	20
2.7.3. Densidad media de la especie objetivo	20
2.8. Estimación de la abundancia	20
2.8.1. Abundancia total de la especie objetivo en el estrato o región s.....	20
2.8.2. Varianza muestral de la abundancia total	20
2.8.3. Área ocupada por la especie-objetivo en el estrato s	21
2.8.4. Abundancia relativa de la especie objetivo en el estrato o región s.....	22
2.8.5. Varianza muestral de la abundancia relativa	22
2.9. Estimación de la biomasa.....	22
2.9.1. Biomasa estimada de la especie-objetivo en cada zona m	22
2.9.2. Varianza muestral de biomasa estimada de la especie-objetivo en cada zona m.....	22
2.9.3. Fuerza de blanco (TS).....	22

2.10. Análisis de la serie histórica de evaluaciones directas de orange roughy 2003-2006.....	23
3. RESULTADOS.....	24
3.1. Orange roughy.....	24
3.1.1. Abundancia y biomasa 2006.....	24
3.1.2. Distribución espacial de orange roughy.....	25
i) Distribución entre zonas.....	25
ii) Modelación geoestadística.....	30
3.1.3. Revisión retrospectiva de la abundancia de orange roughy 2003-2006	31
3.2. Alfonsino.....	34
3.2.1. Abundancia y biomasa 2006.....	34
3.2.2. Distribución espacial	35
i) Distribución entre zonas.....	35
ii) Modelamiento geoestadístico.....	39
3.3. Análisis comparativo de la abundancia de alfonsino 2005-2006	40
3.4. Distribución batimétrica de orange roughy y alfonsino.....	40
i) Relación entre densidad y profundidad.....	40
4. DISCUSIÓN.....	43
5. REFERENCIAS.....	45

II. Estimación de la composición de tallas, relación longitud-peso y proporción sexual de las agregaciones de orange roughy y alfonsino presentes en los caladeros estudiados, durante el periodo de evaluación hidroacústica (objetivo específico 3).....48

1. INTRODUCCIÓN.....	48
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
2.1. Áreas y periodo de estudio.....	49
2.2. Muestreo biológico.....	49
2.2.1. Factor de ponderación.....	49
2.2.2. Talla media.....	50
2.2.3. Composición de tallas.....	50
2.2.4. Proporción sexual.....	51
2.2.5. Relación longitud peso.....	51
2.3. Selectividad de las artes empleadas en las pesquerías de alfonsino y orange roughy.....	54
1. Selectividad de las redes empleadas en la evaluación hidroacústica de orange roughy y alfonsino, año 2006.....	54
2. Análisis comparativo de la selectividad relativa de las redes empleadas en la pesca comercial de orange roughy y alfonsino 2002-2006.....	54
3. RESULTADOS	56
3.1. Composición de tallas y proporción sexual en orange roughy.....	56
i) Talla media.....	56
ii) Distribución de tallas.....	56
iii) Proporción sexual.....	56
iv) Relación longitud-peso.....	59

3.2. Composición de tallas y proporción sexual en alfonsino.....	59
v) Talla media.....	59
vi) Estructura de tallas.....	60
vii) Proporción sexual.....	60
viii) Relación longitud – peso.....	63
3.3. Selectividad de las artes empleadas en las pesquerías de alfonsino y orange roughy.....	63
3.4. Análisis comparativo de la selectividad relativa de las redes empleadas en la pesca comercial de orange roughy y alfonsino 2002-2006.....	64
4. DISCUSIÓN.....	65
1. Orange roughy.....	65
2. Alfonsino.....	65
3. Selectividad de las redes de pesca.....	66
4. REFERENCIAS.	69

III. Caracterización de la ictiofauna acompañante asociada a la captura incidental en la pesquería de orange roughy y alfonsino, año 2006 (objetivo específico 4).....71

1. INTRODUCCIÓN.....	71
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	71
2.1. Cuantificación de la ictiofauna acompañante.....	71
2.2. Análisis de la información.....	72
3. RESULTADOS.....	72
3.1. Distribución de lances de pesca.....	72
3.2. Composición específica de la ictiofauna y aporte en peso.....	73
3.3. Abundancia específica.....	76
3.4. Diversidad y equidad específica.....	76
3.5. Asociaciones ictiofaunísticas.....	76
3.5.1. Asociaciones considerando la abundancia de orange roughy y alfonsino.....	76
3.5.2. Asociaciones sin considerar la abundancia de orange roughy y alfonsino.....	78
4. DISCUSIÓN.....	81
5. REFERENCIAS.....	81

IV. Caracterización del ambiente físico (columna de agua) en las principales zonas de abundancia de orange roughy y alfonsino frente a Chile Central. (objetivo específico 4).....82

1. INTRODUCCIÓN.....	82
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	82
2.1. Área y periodo de estudio.....	82
3. RESULTADOS.....	83
3.1. Transecta zonal (75°W hasta 78.8°W).	83

i) Perfiles verticales.....	83
ii) Transecta zonal.....	84
iii) Velocidades geostróficas.....	84
3.2. Monte submarino JF1.....	84
3.2.1. Crucero Invierno.....	84
i) Perfiles verticales.....	85
ii) Diagramas TS y estratificación.....	85
3.2.2. Crucero Primavera.....	85
i) Perfiles verticales.....	86
ii) Diagramas TS y estratificación.....	86
3.3. Monte submarino JF2.....	86
3.3.1. Crucero Invierno.....	86
i) Perfiles verticales.....	86
ii) Transecta zonal.....	87
iii) Velocidad geostrófica norte-sur.....	87
iv) Transecta meridional.....	87
v) Velocidad geostrófica este-oeste.....	87
vi) Diagramas TS y estratificación.....	87
3.3.2. Crucero Primavera.....	88
i) Perfiles verticales.....	88
ii) Diagramas TS y estratificación.....	88
3.4. Monte submarino JF3.....	88
3.4.1. Crucero Invierno.....	88
i) Perfiles verticales.....	88
ii) Diagramas TS y estratificación.....	89
3.5. Monte submarino JF4.....	89
3.5.1. Crucero Invierno.....	89
i) Perfiles verticales.....	89
ii) Diagramas TS y estratificación.....	90
3.6. Monte submarino JF5.....	90
3.6.1. Crucero Primavera.....	90
i) Perfiles verticales.....	90
ii) Diagramas TS y estratificación.....	91
3.7. Monte submarino JF6.....	91
3.7.1. Crucero Primavera.....	91
i) Perfiles verticales.....	91
ii) Diagramas TS y estratificación.....	91
4. DISCUSIÓN.....	92
5.- REFERENCIAS.....	92

V. Caracterización del ictioplancton en las principales zonas de abundancia de orange roughy y alfonsino frente a Chile Central (objetivo específico 4).....128

1. INTRODUCCIÓN.....	128
2. MATERIALES Y MÉTODO.....	128

2.1. Área y periodo de estudio.....	128
2.2. Muestreo oceanográfico.....	128
3. RESULTADOS.....	129
3.1. Monte submarino JF1.....	129
3.2. Monte submarino JF2.....	129
3.3. Monte submarino JF 3.....	130
3.4. Monte submarino JF 4.....	130
3.5. Montes submarinos JF 5 y JF6.....	130
4. DISCUSION.....	130
5.REFERENCIAS.....	133

VI.Desarrollo y evaluación de índices de abundancia relativa basados en el monitoreo acústico de bajo costo y los registros de captura de la pesquería de orange roughy (objetivo 5).....148

1. INTRODUCCIÓN.....	148
1.1. Índices basados en captura y esfuerzo (CPUE).....	149
1.2. Indices basados en el monitoreo acústico de la flota	149
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	151
2.1. Indices basados en captura y esfuerzo.....	151
2.1.1.Disponibilidad y selección de datos.....	151
2.1.2.Enfoque de análisis.....	152
2.2. Indices acústicos	154
2.2.1.Disponibilidad y selección inicial de datos.....	154
2.2.2.Instalación y configuración de los sistemas hidroacústicos.....	154
2.2.3.Calibración y corrección de fuentes conocidas de sesgo.....	155
2.2.4.Post-proceso de los registros hidroacústicos.....	155
2.2.5.Enfoque espacial.....	156
2.2.6.Coeficiente medio de dispersión por unidad de área	156
2.2.7.Dispersión acústica total por zona y período de estudio (DAZ).....	158
2.2.8.Varianza muestral de la densidad acústica total observada.....	159
2.2.9.Dispersión acústica observada por hora de operación y barco (DAH)	159
i.Modelo condicional de estimación de la media de DAH cuando $DAH(b,j,m) > 0$	159
ii.Modelo logístico de la proporción de observaciones en las que se cumple la condición $DAH(b,j,m) > 0$	159
3.RESULTADOS.....	160
3.1. Índices basados en captura y esfuerzo.....	160
3.1.1.Captura por hora de arrastre (CPH).....	160
3.1.2.Captura diaria por lance (CPL).....	160
.....	166
3.1.3.Índices acústicos.....	166
3.1.4.Dispersión acústica total por área y período de estudio (DAZ).....	167
3.1.5.Dispersión acústica observada por hora de operación y barco (DAH).....	168

3.1.6. Análisis comparativo de índices de abundancia relativa.....	168
4. DISCUSIÓN.....	171
5. REFERENCIAS.....	172
6. CONCLUSIONES GENERALES.....	174
6.1. Distribución y abundancia de orange roughy (Objetivo 1).....	174
6.2. Distribución y abundancia de alfonsino (Objetivo 2).....	174
6.3. Composición de tallas y proporción sexual de las especies-objetivo (Objetivo 3).....	174
6.4. Caracterización de la fauna concurrente (objetivo 4).....	175
6.5. Caracterización oceanográfica del área de estudio (objetivo 4).....	175
6.6. Caracterización del ictioplancton del área de estudio (objetivo 4).....	175
6.7. Desarrollo y evaluación de índices de abundancia relativa para orange roughy (objetivo 5).....	176

Índice de Tablas

Tabla 1. Áreas prospectadas orange roughy y alfonsino, año 2006 (n.c.= no corresponde).....	5
Tabla 2. Fechas y embarcaciones en las cuales se realizaron los cruceros destinados a evaluar la biomasa de las principales agregaciones reproductivas de orange roughy y las principales agregaciones de alfonsino en el año 2006.....	5
Tabla 3. Especificaciones técnicas de las embarcaciones utilizadas.....	8
Tabla 4. Redes utilizadas por las embarcaciones participantes en el proyecto.....	8
Tabla 5. Características de las redes utilizadas por las embarcaciones participantes en el proyecto.....	8
Tabla 6. Número de ciclos adaptativos y ciclos válidos utilizados para la estimación de biomasa según monte para orange roughy y alfonsino.....	11
Tabla 7. Lances de identificación por monte según especie-objetivo y composición de la captura en porcentaje, año 2006.....	13
Tabla 8. Protocolo de post-proceso utilizado para ambas especies, año 2006.....	15
Tabla 9. Valor promedio de los factores de corrección aplicados según fuente de sesgo considerada para orange roughy.....	19
Tabla 10. Valor promedio de los factores de corrección aplicados según fuente de sesgo considerada para alfonsino.....	19
Tabla 11. Valores estimados y errores estándar de parámetros de campo usados para el cálculo de varianza de los estimados de biomasa y abundancia de orange roughy y alfonsino en el año 2006.	23
Tabla 12. Área prospectada y estimados de la proporción del área ocupada por el stock , $p(SA>0)$, del área efectiva del stock , coeficiente medio de dispersión acústica por unidad de área y coeficiente de dispersión total de la fracción desovante de orange roughy presente en el área y período de estudio, año 2006. Total corresponde a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.....	25

Tabla 13. Valores estimados de densidad numérica, , abundancia, , y biomasa, , correspondientes a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el presente estudio. Total corresponde a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.....	30
Tabla 14. Comparación de valores estimados de abundancia, , y biomasa, , obtenidos utilizando relaciones alternativas de TS-LE empleadas en Australia y Nueva Zelanda. Valores corresponden a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández en 2006.....	30
Tabla 15. Resultados del modelamiento geoestadístico para el coeficiente de dispersión por unidad de área, , y la probabilidad de presencia del stock, , correspondientes a orange roughy.....	31
Tabla 16. Valores estimados de abundancia relativa, , correspondientes a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante los años 2003-2006. Sub-totales y total corresponden a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.....	32
Tabla 17. Valores estimados de abundancia, , correspondientes a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el periodo 2003-2006. Sub-totales y total corresponden a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.....	33
Tabla 18. Valores estimados de biomasa, , correspondientes a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el periodo 2003-2006. Sub-totales y total corresponden a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.....	33
Tabla 19. Área prospectada y estimados de la proporción del área ocupada por el stock, $p(SA>0)$, del área efectiva del stock , coeficiente medio de dispersión acústica y abundancia relativa de la fracción poblacional de alfonsino presente en el área y período de estudio, año 2006. Total corresponde a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.....	35
Tabla 20. Valores estimados de densidad numérica, , abundancia, , y biomasa, , correspondientes a la fracción poblacional de alfonsino presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el presente estudio, año 2006. Se incluye un segundo estimado de biomasa (referencial) basado en la relación general TS-longitud propuesta por Foote (1987).....	39
Tabla 21. Resultados del modelamiento geoestadístico para el coeficiente de dispersión por unidad de área, , y la probabilidad de presencia del stock, , correspondientes a alfonsino (n.c. indica la no convergencia del modelo).....	40
Tabla 22. Valores estimados de densidad relativa, , abundancia, , y biomasa, , correspondientes a la fracción poblacional de alfonsino en los años 2005 y 2006 en el Archipiélago de Juan Fernández. Total corresponde a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.....	41
Tabla 23. Objetivo muestral según tamaño de captura.....	50
Tabla 24. Escala macroscópica para determinar el estado de madurez sexual de hembras y machos de orange roughy.(Young et al., 2000).....	52
Tabla 25. Descripción de estados de madurez sexual de alfonsino, de acuerdo a escala macroscópica de Lehodey et al. (1997).....	53
Tabla 26. Número de lances con captura de alfonsino, por embarcación y tipo de red.....	55

Tabla 27. Número de lances con captura de orange rougly, por embarcación y tipo de red.....	55
Tabla 28. Talla media estimada de orange roughy (cm \pm EE) para cada monte y sexo en el área y periodo de estudio. Se incluye estimaciones agregadas para todos los sexos dentro de montes y todos los montes dentro de sexo.....	56
Tabla 29. Proporción de tallas en el conjunto de capturas de orange roughy muestreadas durante el periodo de estudio por monte.....	57
Tabla 30. Proporción de hembras en el conjunto de capturas de orange roughy muestreadas durante el periodo de estudio por monte.....	59
Tabla 31. Talla media de alfonsino estimada (cm \pm EE) para cada monte y sexo del área de estudio. Se incluye estimaciones agregadas para todos los sexos dentro de montes y todos los montes dentro de sexo.....	60
Tabla 32. Proporción de tallas en el conjunto de capturas de alfonsino muestreadas durante el período de estudio por monte.....	60
Tabla 33. Proporción de tallas en el conjunto de capturas de alfonsino muestreadas durante el periodo de estudio por monte.....	63
Tabla 34. Coeficientes de selectividad relativa para los distintos modelos de red empleados en la captura comercial de orange roughy y alfonsino en Chile 2002-2006. Para cada especie se indica coeficientes obtenidos considerando todas las naves y un sub-conjunto restringido a aquellas redes que contaron con replicación entre naves. Diferentes letras super-escritas indican diferencias significativas entre coeficientes (dentro de especies-objetivo).	65
Tabla 35. Distribución por zona de los distintos lances de pesca donde se obtuvo fauna acompañante (-9999 no pertenece a un monte).....	73
Tabla 36. Distribución por profundidad de los distintos lances de pesca para el total de las áreas donde se obtuvo fauna acompañante.....	73
Tabla 37. Distribución de lances por zona de pesca y rango de profundidad (-9999 no pertenece a un monte).....	73
Tabla 38. Listado de peces óseos y cartilagosos, fauna acompañante en cruceros de orange roughy y alfonsino, año 2006.....	74
Tabla 39. Cruceros, embarcaciones utilizadas, periodos de muestreo y número de estaciones oceanográficas por monte sumergido estudiado. Océano corresponde a estaciones alejadas de los montes sumergidos.....	131
Tabla 40. Áreas de muestreo, crucero, número de estaciones con muestras de zooplancton, estaciones con huevos y larvas de peces y estaciones con huevos de orange roughy, colectados durante el proyecto FIP 2005-13. Promedio y desviación estándar de huevos de orange roughy corresponden sólo a estaciones positivas.....	132
Tabla 41. Composición y abundancia media (ind x 10 m ⁻²), desviación estándar (DE) y porcentaje de huevos de peces recolectados en invierno de 2006 sobre los montes submarinos Juan Fernández, Pacífico suroriental.	134
Tabla 42. Composición y abundancia media (ind x 10 m ⁻²), desviación estándar (DE) y porcentaje de larvas de peces recolectados en invierno de 2006 sobre los montes submarinos Juan Fernández, Pacífico suroriental.....	135

Tabla 43. Composición y abundancia media (índ x 10 m ⁻²), desviación estándar (DE) y porcentaje de huevos de peces recolectados en octubre de 2006 sobre los montes submarinos Juan Fernández, Pacífico suroriental.....	137
Tabla 44. Composición y abundancia media (índ x 10 m ⁻²), desviación estándar (DE) y porcentaje de larvas de peces recolectados en octubre de 2006 sobre los montes submarinos Juan Fernández, Pacífico suroriental.....	138
Tabla 45. Esfuerzo acumulado de pesca expresado en horas de arrastre y días de operación por zona, año y especie-objetivo: orange roughy (OR) y alfonsino (ALF).....	152
Tabla 46. Barcos que operaron en la pesquería de orange roughy y alfonsino 2003-2006, cuyos registros acústicos pasivos fueron incorporados en el presente trabajo.	155
Tabla 47. Especificaciones técnicas de las embarcaciones utilizadas en el programa de monitoreo acústico de bajo costo de la pesquería de orange roughy 2002-2006.....	156
Tabla 48. Principales criterios de post-proceso empleados para el análisis de la serie de datos del monitoreo acústico de bajo costo de orange roughy (OR) y alfonsino (ALF) 2003-2006.....	157
Tabla 49. Estimados de los efectos de cada año (errores estándar entre paréntesis) y significancia de la profundidad (prof) como covariable en los GLMs ajustados.....	162
Tabla 50. Índice de densidad acústica total (DAZ) estimado para las zonas JF1, JF2, JF3 y JF4 entre 2003 y 2006. Durante el año 2006 sólo hubo observaciones en JF1.....	167
Tabla 51. Matriz de correlación entre el índice de abundancia relativa derivados de la evaluación directa (IAED), el índice de dispersión acústica por zona (DAZ), el índice de dispersión acústica por hora-barco (DAH) y sus respectivos submodelos condicionales y binomiales.....	171
Tabla 52. Localización, fecha y tamaño muestral de orange roughy y alfonsino de cada lance de identificación y pesca comercial, realizados durante los cruceros acústicos (400040 = Cote Saint Jacques; 301017 = Bonn; 400200 = Saint Pierre).....	190
Tabla 53. Porcentaje en peso aportado por la fauna acompañante por zona de pesca (-9999 fuera de la zona de montes).....	193
Tabla 54. Abundancia de especies ictiofauna acompañante por zona de pesca (-9999, fuera de la zona de montes).....	194
Tabla 55. Análisis SIMPER para los peces capturados en base a los grupos definidos a partir de las especies objetivo dominantes (alfonsino y orange roughy).....	195
Tabla 56. Análisis SIMPER para los peces capturados en base a los grupos definidos a partir de las especies objetivo dominantes (alfonsino y orange roughy) una vez removidos los datos de abundancia de éstas.....	197
Tabla 57. Información general de las estaciones hidrográficas utilizadas durante el período de invierno (400040 = Cote Saint Jacques; 301017 = Bonn; 400200 = Saint Pierre).....	198
Tabla 58. Información general de las estaciones hidrográficas utilizadas durante el período de primavera (400040 = Cote Saint Jacques; 301017 = Bonn; 400200 = Saint Pierre).....	200

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación general de las áreas de estudio de orange roughy y alfonsino en el Archipiélago de Juan Fernández.....	6
Figura 2. Fechas efectivas de prospección de orange roughy y alfonsino para cada una de las diferentes zonas de estudio. C: PAM Cote Saint Jacques; Z: PAM Bonn y S: PAM Saint Pierre.....	7
Figura 3. Mapa de distribución de la densidad relativa de orange roughy en el monte JF1, año 2006.	26
Figura 4. Mapa de distribución de la densidad relativa de orange roughy en el monte JF2, año 2006.	27
Figura 5. Mapa de distribución de la densidad relativa de orange roughy en el monte JF3, año 2006.	28
Figura 6. Mapa de distribución de la densidad relativa de orange roughy en el monte JF4, año 2006.	29
Figura 7. Abundancia relativa, ρ , correspondiente a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el periodo 2003-2006.....	32
Figura 8. Abundancia relativa, ρ , desagregada por monte correspondiente a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el periodo 2003-2006.....	34
Figura 9. Mapa de distribución de la densidad relativa de alfonsino en JF1, año 2006.	36
Figura 10. Mapa de distribución de la densidad relativa de alfonsino en JF1.1, año 2006.	37
Figura 11. Mapa de distribución de la densidad relativa de alfonsino en JF2, año 2006.	38
Figura 12. Mapa de distribución de la densidad relativa de alfonsino en JF6, año 2006.	39
Figura 13. Densidad acústica corregida por la probabilidad de presencia del stock (SA) ($m^2 \cdot km^{-2}$) por rango de profundidad de orange roughy y alfonsino, año 2006 (barras blancas= orange roughy; barras grises= alfonsino).....	41
Figura 14. Densidad acústica corregida por la probabilidad de presencia del stock (SA) ($m^2 \cdot km^{-2}$) por rango de profundidad en los montes submarinos JF1, JF2, JF3 y JF4 para orange roughy y alfonsino (promedios y su EE) (Barras blancas: orange roughy; barras gris:alfonsino).....	42
Figura 15. Densidad acústica corregida por la probabilidad de presencia del stock (SA) ($m^2 \cdot km^{-2}$) por rango de profundidad en los montes submarinos JF1.1 y JF6 para alfonsino (promedios con su error estándar).....	43
Figura 16. Distribución de tallas de orange roughy en el área y periodo de estudio. En barras negras se muestran los machos y en barras blancas las hembras.....	58
Figura 17. Relación longitud-peso de hembras y machos de orange roughy, agregadas por zona y mes. La línea continua corresponde al modelo ajustado, el texto inserto indica los valores estimados del modelo.....	59
Figura 18. Distribución de tallas de alfonsino en el área y periodo de estudio. En barras negras se muestran los machos y en barras blancas las hembras.....	62
Figura 19. Relación longitud-peso de hembras y machos de alfonsino, agregadas por zona y mes. La línea continua corresponde al modelo ajustado, el texto inserto indica los valores estimados del modelo.	63

Figura 20. Distribución de frecuencias de talla de alfonsino (panel superior) y orange roughy (panel inferior) en lances efectuados sin y con cubrecopo (paneles izquierdo y derecho, respectivamente).....	64
Figura 21. Talla promedio de orange roughy por zona de estudio(cm + EE), entre los años 1999 y 2006. (Lillo et al., 1999; Young et al., 2000; Gili et al., 2003; Boyer et al., 2004; Young et al., 2004; Niklitschek et al., 2005; Niklitschek et al., 2007).....	67
Figura 22. Talla promedio de alfonsino por zona de estudio (cm + EE), entre los años 2001 y 2006 (Young et al, 2004; Niklitschek et al., 2007).....	68
Figura 23. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') por área de pesca.....	77
Figura 24. Índice de equidad de Pielou (J') por área de pesca.....	77
Figura 25. Análisis de escalamiento no-métrico multidimensional sobre la base de todos los lances (cada punto es un lance) que presentaron captura de alfonsino y/o orange roughy y/o su fauna acompañante. En las figuras se indican los lances según a) especie objetivo dominante, b) zona de pesca (-9999: fuera de montes estudiados y c) rango de profundidad.....	79
Figura 26. Análisis de escalamiento no-métrico multidimensional sobre la base de todos los lances (cada punto es un lance) que presentaron captura de alfonsino y/o orange roughy y/o su fauna acompañante, pero eliminando las especies objetivo (alfonsino y orange roughy). En las figuras se indican los lances según a) especie objetivo dominante, b) zona de pesca (-9999: fuera de montes estudiados y c) rango de profundidad.....	80
Figura 27. Ubicación estaciones de la transecta zonal desde 75°W hasta 78.8°W. 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006.....	93
Figura 28. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. Transecta zonal desde 75°W hasta 78.8°W. 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006.....	94
Figura 29. Estructura hidrográfica en la transecta zonal (75°W hasta 78.8°W). 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006. Superior: Temperatura; Centro: Salinidad; Inferior: Oxígeno disuelto.....	95
Figura 30. Diagramas TS (superior) y frecuencia Brunt Vaisala (inferior) en la transecta zonal (75°W hasta 78.8°W). 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006.	96
Figura 31. Transecta zonal. Superior: Anomalía geopotencial (m ² /s ²); Medio: Velocidad geostrofica Norte-Sur (en cm/s); Inferior: Transecta zonal meridional de Sigma-t. 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006.	97
Figura 32. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF1. Crucero de invierno: 1 de Julio de 2006.	98
Figura 33. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF1. Crucero de invierno: 1 de septiembre de 2006.	99
Figura 34. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF1. Crucero de invierno: 1 de julio de 2006.....	100
Figura 35. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF1. Crucero de invierno: 1 de septiembre de 2006.....	101
Figura 36. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF1. Crucero de primavera: 19 al 23 de octubre 2006.	102
Figura 37. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF1. Crucero de primavera: 19 al 23 de octubre de 2006.....	103

Figura 38. Ubicación de estaciones hidrográficas monte submarino JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.	104
Figura 39. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.	105
Figura 40. Transecta zonal de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.	106
Figura 41. Transecta zonal. Superior: Anomalía geopotencial (m^2/s^2); Medio: Velocidad geostrofica Norte-Sur (en cm/s); Inferior: Sigma-t. 12 al 17 de julio de 2006.....	107
Figura 42. Transecta meridional de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.	108
Figura 43. Transecta meridional. Superior: Anomalía geopotencial (m^2/s^2); Medio: Velocidad geostrofica Este-Oeste (en cm/s); Inferior: Sigma-t. 12 al 17 de julio de 2006.....	109
Figura 44. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto en el monte submarino JF2. Crucero de invierno: 1 de septiembre de 2006.....	110
Figura 45. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.	111
Figura 46. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF2. Crucero de invierno: 1 de septiembre de 2006.....	112
Figura 47. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF2. Crucero de primavera: 9 al 14 de octubre de 2006.....	113
Figura 48. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF2. Crucero de primavera: 9 al 14 de octubre de 2006.	114
Figura 49. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF3. Crucero de invierno: 19 al 24 de agosto de 2006.....	115
Figura 50. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF3. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.	116
Figura 51. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF3. Crucero de invierno: 19 al 24 de agosto de 2006.....	117
Figura 52. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF3. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.	118
Figura 53. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF4. Crucero de invierno: 9 de agosto de 2006.....	119
Figura 54. Ubicación de estaciones hidrográficas monte submarino JF4. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.	120
Figura 55. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF4. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.	121
Figura 56. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF4. Crucero de invierno: 9 de agosto de 2006.....	122
Figura 57. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF4. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.	123

Figura 58. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF5. Crucero de primavera: 4 al 6 de octubre de 2006.....	124
Figura 59. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF5. Crucero de primavera: 4 al 6 de octubre de 2006.	125
Figura 60. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF6. Crucero de primavera: 5 al 7 de octubre de 2006.	126
Figura 61. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF6. Crucero de primavera: 4 al 6 de octubre de 2006.	127
Figura 62. JF1 - Invierno. Distribución de huevos de peces sobre el monte JF1 durante invierno de 2006.....	140
Figura 63. JF1 - Primavera. Abundancia (ind por 10 m ⁻²) y distribución de huevos del pez mesopelágico Vinciguerria lucetia y jurel Trachurus murphyi sobre el monte submarino JF1 durante octubre de 2006.	141
Figura 64. JF2 - Invierno. Distribución de huevos de peces sobre el monte JF2 durante invierno de 2006.....	142
Figura 65. JF2 - Primavera. Abundancia (ind por 10 m ⁻²) y distribución de huevos del pez mesopelágico Vinciguerria lucetia, jurel (Trachurus murphyi) y Tipo 2006-01 sobre el monte submarino JF2 durante octubre de 2006.....	143
Figura 66. JF2 - Invierno. Distribución de larvas de peces sobre el monte JF2 durante invierno de 2006.	144
Figura 67. JF2 - Primavera. Abundancia (ind por 10 m ⁻²) y distribución de larvas de peces sobre el monte submarino JF2 durante octubre de 2006.....	145
Figura 68. JF3 - Invierno. Distribución de huevos y larvas de peces sobre el monte JF3 durante invierno de 2006.....	146
Figura 69. JF4 - Invierno. Distribución de huevos y larvas de peces sobre el monte JF4 durante invierno de 2006.....	147
Figura 70. Series de abundancia relativa basados en captura por horas de arrastre de las capturas positivas.....	163
Figura 71. Series de abundancia relativa basados en captura por horas de arrastre de las capturas binarias.....	164
Figura 72. Series de abundancia relativa basados en captura por horas de arrastre combinando los resultados para capturas positivas y binarias.....	165
Figura 73. Series de abundancia relativa basados en captura por lance-día-barco con las capturas positivas, las binarias, y el índice combinado.....	166
Figura 74. Índice de dispersión acústica total (DAZ) para orange roughy en los cuatro principales montes submarinos de Juan Fernández, período 2003-2006 (panel derecho, en gris). Se incluye resultados del sub-modelo binomial de la probabilidad de presencia del stock en un intervalo de muestreo acústico (en negro) y del sub-modelo condicional del SA medio (en blanco).....	167
Figura 75. Índice agregado de dispersión acústica por hora de operación (DAH) para orange roughy en los cuatro principales montes submarinos de Juan Fernández, período 2003-2006. Se incluye resultados del sub-modelo binomial de éxitos de detección por día de operación (panel izquierdo) y del sub-modelo condicional de dispersión acústica por hora de operación (DAH+), empleados para el cálculo de DAH (panel derecho).....	168

Figura 76. Índice de dispersión acústica por hora de operación (DAH) para orange roughy en cada uno de los cuatro principales montes submarinos de Juan Fernández (panel derecho), 2003-2006. Se incluye resultados de sub-modelo binomial de éxitos de detección por día de operación (panel izquierdo) y sub-modelo condicional de dispersión acústica por hora de operación (DAH+).....169

Figura 77. Comparación de índices de abundancia relativa derivados del monitoreo acústico pasivo (DAH y DAZ) y de los registros de captura y esfuerzo (en horas de arrastre: CPH y en número de lances. CPL), contrastados con índice de abundancia estimado a partir de prospecciones directas 2003-2004. Todos los índices estandarizados por sustracción de sus respectivas medias.....170

Figura 78. Comparación de índices de abundancia relativa derivados del monitoreo acústico pasivo: DAH, DAZ y probabilidad de presencia del stock, $p(\text{DAZ})$, estimados para cada zona y año, en relación a índices de abundancia estimados a partir de las prospecciones directas en las mismas zonas y años (2003-2006). Todos los índices estandarizados por sustracción de sus respectivas medias.....170

Índice de Anexos

Anexo I: Personal participante en el desarrollo del proyecto.....177

Anexo II: Cronograma de actividades.....181

Anexo III: Configuración ecosondas de las embarcaciones participantes183

Anexo IV: Captura bentónica incidental187

Anexo IV: Tablas.....189

1. ANTECEDENTES

El orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) y el alfonsino (*Beryx splendens*) son especies demersales de aguas profundas. El primero se distribuye principalmente entre los 500 y 1.500 m, generalmente asociado a montes y cañones submarinos (Branch, 2001; Boyer *et al.*, 2001). El alfonsino en cambio, posee una distribución más superficial, siendo frecuente encontrarlo entre los 200 y 800 m (Lehodey *et al.*, 1994); aunque en los caladeros chilenos se ha observado principalmente sobre los 600 m (Boyer *et al.*, 2003; Niklitschek *et al.*, 2005).

Existen registros de actividad comercial y/o presencia de ambas especies tanto en el Pacífico Norte y Sur, como en el Atlántico Norte e Índico (Lehodey *et al.*, 1994; Honkaletho & Ryan, 2003; Komatsu *et al.* 2002; Boyer *et al.* 2003). Sus características biológicas sugieren gran vulnerabilidad a la sobreexplotación, especialmente en orange roughy, cuya edad de primera madurez bordea los 33 años y se estima alcanza una longevidad de 150 años (Gili *et al.*, 2002). Actualmente existe gran preocupación por la resiliencia de estas poblaciones al esfuerzo pesquero, por la aparente fragilidad del hábitat y la dinámica incierta del reclutamiento. Como resultado, en los países en que se desarrollan estas pesquerías existen fuertes regulaciones y evaluaciones de stock periódicas para procurar la sustentabilidad de la explotación del recurso.

La investigación sobre estos recursos en Chile ha recibido importantes contribuciones públicas y privadas, en el marco del convenio de investigación cooperativa suscrito en 2002 por la Subsecretaría de Pesca y la industria propietaria de licencias de pesca de orange roughy. La implementación de este convenio ha contado con la activa colaboración científica del Instituto de Fomento Pesquero y la Universidad Austral de Chile. Como resultado de esta iniciativa, se han logrado importantes avances en el conocimiento de la biología pesquera de ambas especies y en el desarrollo de métodos y procedimientos de evaluación directa de la abundancia en las principales áreas de operación de estas pesquerías. Junto con esto, se han realizado importantes avances relacionados con la fauna incidental capturada y las variables oceanográficas (físicas y biológicas) asociadas a las capturas de estos recursos.

Estos métodos han incluido prospecciones científicas anuales y un sistema de monitoreo acústico de bajo costo de la pesca de orange roughy orientado a estimar tendencias en la abundancia relativa de esta especie. El presente informe reporta los resultados de la cuarta evaluación directa de orange roughy, la segunda evaluación directa de alfonsino y del primer análisis de la serie de datos de abundancia relativa obtenidos del monitoreo acústico de bajo costo, comprendiendo el período 2003-2006.

2. OBJETIVO GENERAL

Estimar la distribución y composición de la abundancia y biomasa de orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) y alfonsino (*Beryx splendens*) en sus principales áreas de concentración en aguas nacionales, por métodos hidroacústicos.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Objetivo 1: Estimar la abundancia y biomasa desovante de orange roughy en los principales caladeros del Archipiélago de Juan Fernández.
- Objetivo 2: Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) de alfonsino, en sus principales áreas de pesca en el Archipiélago de Juan Fernández, montes JF1, JF2 y JF5.
- Objetivo 3: Estimar la composición de tallas, relación longitud-peso y proporción sexual de las agregaciones de orange roughy y alfonsino presentes en cada una de las áreas o caladeros estudiados, durante el periodo de evaluación hidroacústica.
- Objetivo 4: Caracterizar el hábitat de ambas especies, tanto biológica (fauna acompañante y captura incidental bentónica) como físicamente (topografía, batimetría, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, correntimetría), asociando las variables a la cartografía de las respectivas zonas de pesca.
- Objetivo 5: Proponer y evaluar índices de abundancia relativa basados en captura por unidad de esfuerzo y energía acústica dispersada (monitoreo de bajo costo) por agregaciones de orange roughy.

I. Abundancia y biomasa de orange roughy y alfonsino en los principales caladeros del Archipiélago de Juan Fernández, año 2006 (objetivos específicos 1 y 2).

Niklitschek, E., Cornejo J., Hernández, E., Toledo, P., Herranz, C., Lafon, A. & R. Merino.

Universidad Austral de Chile.

1. INTRODUCCIÓN

La historia mundial de las pesquerías de orange roughy y alfonsino no sobrepasa las tres décadas mientras que su estudio biológico y pesquero se ha desarrollado principalmente en los últimos 20 años sobre los stocks de los acéanos Indico y Atlántico. El conocimiento sobre los stocks chilenos de orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) y alfonsino (*Beryx splendens*) es aún más reciente.

Las capturas comerciales de orange roughy se iniciaron en 1999, después de actividades exploratorias privadas y mixtas realizadas en 1998. A partir de ese momento, el esfuerzo pesquero y las capturas del recurso se concentraron en los montes submarinos JF1, JF2, JF3 y JF4, aledaños al archipiélago de Juan Fernández. Capturas algo más irregulares se han obtenido también en los montes Bajo O'Higgins 2 (BO2) y Punta Sierra (PSI). La actividad de la flota, que llegó a un máximo de cinco barcos operando en el año 2002, se ha concentrado sobre las agregaciones reproductivas que se reúnen para el desove en los meses de otoño e invierno (Junio-Agosto).

Las capturas de alfonsino, por su parte, han ido creciendo rápidamente; en el año 2004, se le declaró recurso en estado y régimen de plena explotación. El esfuerzo y captura de alfonsino se ha concentrado fundamentalmente en cuatro montes aledaños al archipiélago Juan Fernández (JF1, JF2, JF5 y JF6), distribuyéndose a lo largo del año, pero con mayor concentración hacia las estaciones de primavera y verano; aunque sin evidencia de asociación entre captura y desove.

Los métodos empleados en Chile para la evaluación hidroacústica de estos recursos han sido desarrollados a partir de evaluaciones de recursos de profundidad, realizadas utilizando transductores montados en el casco de naves pesqueras, en Nueva Zelanda (Hampton & Soule, 2002), Australia (Kloser et al, 2002; Honkalehto & Ryan, 2003) y aguas internacionales del Océano Índico (Niklitschek & Roa, 2006).

El presente informe contiene los estimados de abundancia y biomasa obtenidos para los recursos orange roughy, durante la temporada invernal del año 2006, y alfonsino, durante la primavera de 2006. Esta evaluación constituye el cuarto estimado consecutivo de abundancia y biomasa de orange roughy y el segundo para alfonsino en la zona de Juan Fernández. Los objetivos específicos incluidos en la presente sección son:

1. Estimar la abundancia y biomasa desovante de orange roughy en los principales caladeros del Archipiélago de Juan Fernández.
2. Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) de alfonsino, en sus principales áreas de pesca en el Archipiélago de Juan Fernández, montes JF1, JF2 y JF5.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Áreas y periodo de estudio

El área de estudio de orange roughy (490 km²) correspondió a las principales zonas conocidas de concentración de esta especie en los montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández: JF1, JF2, JF3 y JF4, identificados también como “Juan Fernández” o “Plataforma”, “Jamón”, “Teta” y “Tesa”, respectivamente (Tabla 1, Figura 1). Las áreas de estudio dentro de cada monte fueron seleccionadas en función de su batimetría (200-1.000 m) y de los registros históricos de captura comercial y prospecciones hidroacústicas en la zona (Young *et al.*, 2000; Boyer *et al.*, 2003; Young *et al.*, 2004; Niklitschek *et al.*, 2005; Niklitschek *et al.*, 2007) de manera consistente con las áreas prospectadas en los años 2003-2005. La evaluación de orange roughy 2006 se organizó en siete cruceros de investigación, realizados en invierno, entre el 10 de junio y el 4 de septiembre de 2006 (Tabla 2, Figura 2).

El área de estudio de alfonsino (497 km²) correspondió a las principales zonas conocidas de concentración de esta especie en los montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández. Los términos de referencia consideraron los montes identificados como JF1, JF2 y JF5. Sin embargo, como resultado del trabajo de campo, fue posible concluir que la zona identificada como JF5 por el Instituto de Fomento Pesquero (programa de seguimiento) en realidad corresponde a dos montes submarinos, que re-clasificamos como JF5 y JF6. El monte JF5 se visitó en tres ocasiones, realizando igual número de coberturas completas del área, sin encontrar agregaciones de importancia por lo que se consideró a este monte no susceptible de evaluación en el periodo de estudio. En el monte JF6 en cambio, se encontró agregaciones importantes de alfonsino por lo que se realizó coberturas y lances de investigación de acuerdo al protocolo establecido en la propuesta. Por otro lado, al sur del monte JF1 se identificó otro monte de menores dimensiones (33,75° S; 78,72° W), evaluado y denominado como JF1.1 para los efectos del presente estudio. En el monte JF4, se realizó prospecciones para alfonsino dentro de las destinadas formalmente a orange roughy (Tabla 1, Figura 2). La evaluación de alfonsino se organizó en dos cruceros de investigación, realizados durante la primavera, entre el 2 de octubre y 1 de noviembre de 2006 (Tabla 2). Más allá de las exigencias formales del proyecto, y por consistencia con años anteriores, se evaluó la distribución, abundancia y biomasa de alfonsino en el monte JF4, aprovechando las actividades de prospección de orange roughy conducidas en invierno del año 2006 en esa zona (Tabla 2).

La realización efectiva de los cruceros siguió cercanamente el programa comprometido en la oferta técnica, ajustándose a las limitaciones operacionales e imprevistos propios de la operación mar afuera (Tabla 2, Figura 2).

Las prospecciones realizadas para el recurso alfonsino se efectuaron a bordo del PAM “Saint Pierre” en dos cruceros que tuvieron una duración de 13 y 17 días respectivamente. Cuatro de los siete cruceros destinados a la prospección del recurso orange roughy (34 días) fueron ejecutados a bordo del buque hielero “Cote Saint Jacques”, mientras que los tres cruceros restantes (30 días) fueron efectuados en el buque hielero “Bonn”.

Tabla 1. Áreas prospectadas orange roughy y alfonsino, año 2006 (n.c.= no corresponde).

Especie objetivo	Monte	Latitud mínima	Latitud máxima	Longitud máxima	Longitud mínima	Área prospectada (km ²)
Alfonsino	JF1	33.55	33.76	78.65	78.34	343
	JF1.1	33.75	33.78	78.74	78.71	5
	JF2	33.44	33.66	77.80	77.63	125
	JF4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	32 ¹
	JF5	33.71	33.75	79.66	79.59	0
	JF6	33.71	33.74	79.92	79.84	24
	Total					497
Orange roughy	JF1	33.49	33.67	78.47	78.27	195
	JF2	33.41	33.57	77.74	77.59	170
	JF3	33.35	33.42	77.47	77.37	70
	JF4	33.39	33.49	76.94	76.83	55
	Total					490

Tabla 2. Fechas y embarcaciones en las cuales se realizaron los cruceros destinados a evaluar la biomasa de las principales agregaciones reproductivas de orange roughy y las principales agregaciones de alfonsino en el año 2006.

Crucero	Embarcación	Fecha	Área objetivo	Otras áreas evaluadas	Especie objetivo
I	Cote Saint Jacques	Junio 10-19	JF1		orange roughy
II	Cote Saint Jacques	Junio 20- 27	JF1		orange roughy
III	Cote Saint Jacques	Junio 28- Julio 7	JF2	JF1	orange roughy
IV	Cote Saint Jacques	Julio 8- 17	JF2		orange roughy
V	Bonn	Agosto 1- 12	JF4	JF3	orange roughy
VI	Bonn	Agosto 14- 20	JF3	JF4	orange roughy/ alfonsino
VII	Bonn	Agosto 22-25	JF3		orange roughy
VIII	Saint Pierre	Octubre 02-15	JF2-JF5	JF6	alfonsino
IX	Saint Pierre	Octubre 16, Noviembre 2	JF1, JF1.1		alfonsino

¹ Area prospectada para alfonsino durante aquellas destinadas formalmente a orange roughy.

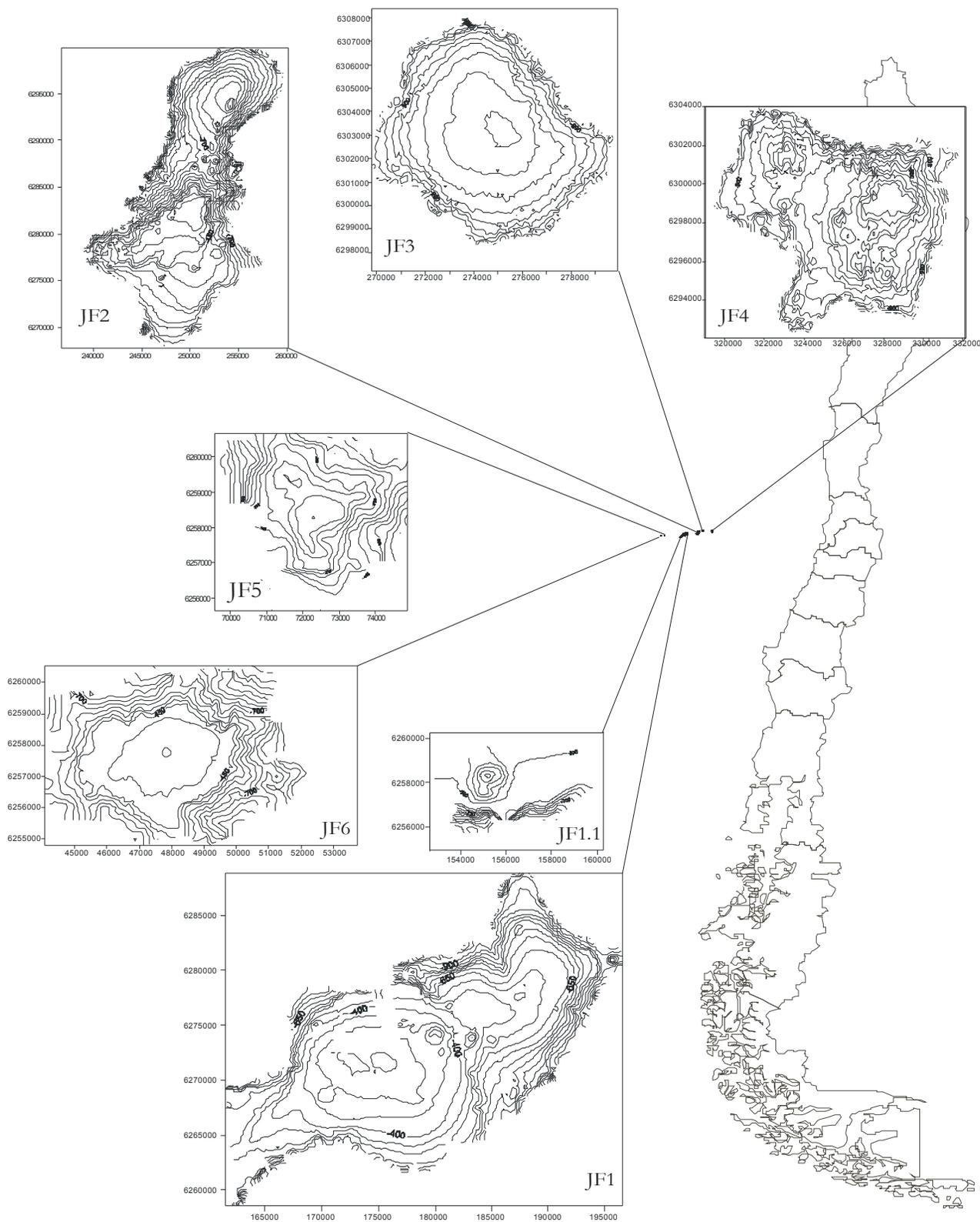


Figura 1. Ubicación general de las áreas de estudio de orange roughy y alfonsino en el Archipiélago de Juan Fernández.

Junio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
JF1												C	C	C	C	C	C	C					C	C	C	C	C			
JF2																														C
JF3																														
JF4																														

Julio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
JF1	C		C																												
JF2		C	C	C	C				C	C	C	C	C	C	C																
JF3																															
JF4																															

Agosto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
JF1																															
JF2																															
JF3				Z		Z		Z								Z	Z	Z	Z					Z	Z	Z					
JF4		Z	Z	Z		Z			Z							Z	Z	Z													

Octubre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
JF1																		S	S	S	S	S	S	S							
JF1.1																			S	S											
JF2								S	S	S	S	S	S	S																	
JF5				S		S																									
JF6				S	S	S	S																								

Figura 2. Fechas efectivas de prospección de orange roughy y alfonsino para cada una de las diferentes zonas de estudio. **C**: PAM Cote Saint Jacques; **Z**: PAM Bonn y **S**: PAM Saint Pierre.

2.2. Montaje, instalación y configuración del sistema acústico

2.2.1. Embarcaciones y equipamiento utilizado

Los cruceros de evaluación hidroacústica de orange roughy fueron realizados en las embarcaciones industriales PAM Cote Saint Jacques y PAM Bonn, propiedad de los armadores Pescachile S.A. y Pesquera Bío Bío, respectivamente. Los cruceros de evaluación hidroacústica de alfonsino se realizaron en la embarcación industrial PAM Saint Pierre, propiedad del armador Pescachile S.A. Las naves fueron/estaban debidamente equipadas para el desarrollo de la investigación, cumpliendo los requisitos técnicos y operativos definidos para el estudio: transeptores SIMRAD EK60 (ES60 de respaldo); transductores SIMRAD ES38B de 38 kHz (Tabla 3); sensores magnéticos de inclinación vertical y horizontal; y artes de pesca adecuados para la captura de orange roughy y alfonsino hasta 1.000 m de profundidad (Tablas 4 y 5), sensores de profundidad, temperatura y posición de las redes de pesca.

Tabla 3. Especificaciones técnicas de las embarcaciones utilizadas.

Característica	Embarcación		
	Bonn	Cote Saint Jacques	Saint Pierre
Armador	Bío Bío	Pescachile S.A.	Pescachile S.A.
Eslora (m)	54,20	44,00	49,98
Manga (m)	11,00	12,50	s.i.
Calado aproximado (m)	4,00	s.i.	s.i.
TRG (ton)	945	606	1.259
Potencia HP	2.400	2.000	2.287
Hélice de inclinación variable	Si	Si	Si
Transductor	Simrad ES38B 38 kHz, haz dividido	Simrad ES38B 38 kHz, haz dividido	Simrad ES38B 38 kHz, haz dividido
Tranceptor(es)	Simrad EK60	Simrad EK60 & ES60	Simrad EK60 & ES60

Tabla 4. Redes utilizadas por las embarcaciones participantes en el proyecto.

Crucero	Embarcación	Fecha	Red	Marea
I	Cote Saint Jacques	Junio 10-19	Arrow Casanova	1
II	Cote Saint Jacques	Junio 20- 27	Casanova	2
III	Cote Saint Jacques	Junio 28- Julio 7	Casanova	3
IV	Cote Saint Jacques	Julio 8- 17	Casanova Arrow	4
V	Bonn	Agosto 1- 12	Alberto 144	1
VI	Bonn	Agosto 14- 20	Alberto 144	2
VII	Bonn	Agosto 22-25	Alberto 144	3
VIII	Saint Pierre	Octubre 02-15	Casanova	44
IX	Saint Pierre	Octubre 16, Noviembre 2	Casanova	45

Tabla 5. Características de las redes utilizadas por las embarcaciones participantes en el proyecto.

Modelo	Longitud relinga inferior (m)	Altura nominal boca (m)	Abertura nominal alas (m)	Tamaño malla túnel (mm)	Tamaño malla copo (mm)
Casanova	44.6	6	25.7	150	130
Arrow	29.7	6	19.7	150	150
Alberto 144	15.5	9	30	300	160

2.2.2. Instalación y configuración del sistema acústico

En todas las naves se utilizó los transductores destinados a la operación comercial de las mismas. En los casos de los PAM Cote Saint Jacques y Saint Pierre se utilizó en primera instancia un tranceptor SIMRAD EK60, propiedad de la Universidad Austral de Chile (software SIMRAD ER60 versión 2.1.0). Sin embargo, debido a problemas técnicos con el equipo, se debió utilizar el tranceptor del barco en dos de las mareas efectuadas en el Cote Saint Jacques (software ES60 versión 1.5.2.76). En el PAM Bonn se utilizó el tranceptor Simrad EK60 del propio barco (software EK60 versión 1.4.4.66). Los sistemas ES/EK60 fueron conectados al GPS principal de la embarcación y a una red de área local, que incluyó los computadores y discos duros requeridos para almacenar y post-procesar los datos acústicos. La información acústica fue registrada y post-procesada utilizando los programas computacionales Echolog^{©2} (Versión 4.00.100.1190) y Echoview^{©7} (Versión 4.0.73.6254) para orange roughy; y Echolog[©] (Versión 4.00.100.1190) y Echoview[©] (Versión 4.0.82.6672) para alfonsino.

2.2.3. Calibración

Cada sistema fue cuidadosamente configurado y calibrado para cada una de las combinaciones de potencia transmitida y duración (longitud) del pulso empleadas por cada embarcación durante el período de estudio. Para ello se utilizó el método descrito por Foote (1982), basado en la determinación de los ajustes a la ganancia y a la señal de ecointegración (S_A) necesarios para igualar las intensidades observadas y esperadas del eco producido por un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm) de fuerza de blanco conocida ($TS \approx -33,6$ dB). Este blanco fue posicionado entre 15 y 20 m bajo el transductor de cada embarcación por medio de tres líneas de monofilamento, controladas por un sistema de carretes electrónicos montados sobre una base extensible en la borda del barco y comandados desde el puente de la embarcación. Para evitar interferencia en la recepción del eco, todos los sistemas eléctricos no esenciales de la embarcación fueron apagados durante la calibración.

La metodología de los factores de corrección *ex-post* empleados para compensar el sesgo de los datos obtenidos de los equipos ES60 se ajustó al método descrito por Sonardata (2005), basado, a su vez en el trabajo de Honkalehto & Ryan (2003). Este método se resume en los siguientes pasos:

- i) Selección de un sub-set de blancos individuales generados por la bola de calibración, utilizando los siguientes criterios:
 - Mínima longitud normalizada del pulso: 0.7
 - Máxima longitud normalizada del pulso: 1.3
 - Nivel de determinación de la longitud del pulso: 6.0 dB
 - Máxima compensación del haz: 6.0 dB
 - Máxima desviación angular en ambos ejes: 0.6 DS (Desviación estándar)
 - Umbral inferior de TS -38.6 dB
- ii) Cálculo del factor de corrección de la fuerza del blanco (TS_{cf}):

$$TS_{cf} = TS_o - TS_t$$

donde,

²Echolog y Echoview son manufacturados por Sonardata Pty Inc. (Hobart, Australia, www.sonardata.com)

TS_o : TS promedio observado en el subset de datos de calibración

TS_t : TS teórico del blanco estándar (-33.6 dB).

iii) Cálculo de la ganancia ajustada del equipo (G_{adj}), a partir de su ganancia inicial (G_0):

$$G_{adj} = G_0 + \left(\frac{TS_{cf}}{2} \right)$$

iv) Cálculo del factor de corrección del coeficiente de dispersión promedio de los blancos seleccionados (SA_{cf}):

$$SA_{cf} = \frac{(SV_{adj} - SV_t)}{2}$$

donde,

SV_{adj} : coeficiente de retrodispersión promedio en el sub-set de datos de calibración, re-calculado a partir de la ganancia ajustada.

$$SV_t = TS_t - 20 \cdot \log(R) - 10 \cdot \log(H) - \Psi$$

R : distancia entre el transductor y la esfera de calibración

H : altura media de la sección vertical que contiene el sub-set de datos de calibración

Ψ : ángulo bi-direccional idealizado.

v) Cálculo del factor de corrección de la abundancia N_{cf}

$$N_{cf} = 10^{\frac{2 \cdot SA_{cf} + TS_{cf}}{10}}$$

2.3. Muestreo hidroacústico

El muestreo hidroacústico para ambas especies fue de carácter semi-aleatorio estratificado (Jolly & Hampton, 1990), basado en transectas perpendiculares a las isolíneas de profundidad, cubriendo las profundidades conocidas de concentración de orange roughy (500-1.000 m) y de alfonsino (200-600 m) en el área de estudio. A partir de pruebas de “ruido” efectuadas en cada embarcación, se determinó un rango de velocidades óptimas de muestreo (5,5-8 nudos), el que fue ajustado de acuerdo a las condiciones de tiempo imperantes en cada prospección.

La cobertura en cada monte para la evaluación hidroacústica de orange roughy se realizó a través de ciclos adaptativos, iniciados con una cobertura global del monte siguiendo una grilla (gruesa) con una distancia promedio nominal entre transectas de 930 m (0,5 mn). Esta distancia corresponde aproximadamente a 1,5 veces el rango promedio de 650 m estimado en los variogramas de orange roughy en el año 2004 (Niklitschek *et al.*, 2005). Una vez concluida la cobertura global se procedió a delimitar una a tres zonas de alta densidad, sobre las cuales se efectuó tres prospecciones repetidas con una separación media de 360-620 m, dependiendo del tamaño de la zona de alta densidad (grilla fina). Una vez finalizadas las tres repeticiones, se procedió a iniciar un nuevo ciclo de una grilla gruesa más tres grillas finas repetidas. En todos los casos la aleatorización fue limitada a una distancia mínima de 180 m entre transectas. Aprovechando la flexibilidad de análisis entregada por la aproximación geoestadística, las observaciones hidroacústicas obtenidas entre transectas fueron también incorporadas en la base de datos utilizada para las estimaciones de densidad y biomasa.

En alfonsino se utilizó un diseño y procedimiento similar al empleado en orange roughy. Dada la mayor extensión del área de distribución de alfonsino en los montes JF1 y JF2 se utilizó una distancia nominal entre transectas de 1.852 m (1 mn) para la grilla gruesa y 930 m (0,5 mn) para la grilla fina. En los montes JF1.1 y JF6 se utilizó 930 y 475 m como distancia nominal entre transectas de las grillas gruesa y fina, respectivamente.

La meta de muestreo fue alcanzar un coeficiente de variación (muestral) <20% en orange roughy y <25% en alfonsino. Para estos efectos se realizó un total de 16 ciclos adaptativos orientados a orange roughy y 14 ciclos adaptativos orientados a alfonsino. Sin embargo, considerando la gran variabilidad en la distribución y detectabilidad de las agregaciones, sólo de 11 ciclos de orange roughy y 13 ciclos de alfonsino (Tabla 6) fueron considerados “válidos”. La selección de prospecciones válidas siguió los siguientes criterios:

- Presencia evidente de agregaciones (ecotrazos) de orange roughy y/o alfonsino en el área de estudio, definida por una proporción mínima de 0,1% en ambas especies.
- Índice de corrección por pérdida de ecos <25%
- Índice de corrección por movimiento del transductor <35%

Tabla 6. Número de ciclos adaptativos y ciclos válidos utilizados para la estimación de biomasa según monte para orange roughy y alfonsino.

Especie objetivo	Monte	Nº total de ciclos adaptativos	Nº de ciclos válidos
Alfonsino	JF1	3	3
	JF1.1	3	2
	JF2	3	3
	JF4	2	2
	JF6	3	3
	Total	14	13
Orange roughy	JF1	6	3
	JF2	3	3
	JF3	4	3
	JF4	3	2
	Total	16	11

2.4. Composición de especies en los ecotrazos

Orange roughy y alfonsino se caracterizan por formar cardúmenes que, en la práctica, se asumen mono-específicos (Hampton & Soule, 2002; Niklitschek *et al.*, 2003, 2005 & 2007). Por otro lado, la experiencia en terreno y la información obtenida de los patrones de pesca indican que, de las especies presentes en el área y profundidad de interés de este estudio, sólo orange roughy, alfonsino y pejerrey de Juan Fernández (*Emmelichthys nitidus*) formarían cardúmenes reconocibles como

ecotrazos discretos. De esta manera, desde el punto de vista de la estimación de biomasa, el problema principal se centró en identificar si los ecotrazos analizados correspondían efectivamente a orange roughy, alfonsino o pejerrey de Juan Fernández.

Los lances de identificación se ajustaron a la capacidad operacional (captura y proceso) del barco, donde, en general, se muestrearon todas las agregaciones ubicadas en áreas susceptibles de arrastre con las artes de pesca disponibles. De este modo, se realizó un total de 122 lances de identificación positivos, de los cuales 57 correspondieron a lances orientados a orange roughy y 65 correspondieron a lances orientados a alfonsino. La composición de la captura indica que para alfonsino un 99,6% correspondió a la especie objetivo, mientras que para orange roughy el 99,8% de la captura correspondió a la especie-objetivo (Tabla 7). Se consideró positivamente identificados aquellos ecotrazos asociados a lances dominados por la especie-objetivo, cuya línea de arrastre se encontró a una distancia <500 m del ecotrazo y cuyo periodo de arrastre se encontró dentro de las 24 horas anteriores o posteriores a la observación hidroacústica del ecotrazo. Los ecotrazos que no cumplieron tales condiciones fueron clasificados como “posible alfonsino” o “posible orange roughy”, utilizando para ello juicio experto (jefe de crucero, patrón de pesca, personal entrenado) y consideraciones acerca de su apariencia (hidroacústica) y profundidad. De esta manera, el conjunto de ecotrazos observados fue desagregado en las siguientes categorías (códigos):

- Orange roughy confirmado (500)
- Posible orange roughy (500.1)
- Incierto orange roughy (500.2)
- Alfonsino confirmado (32)
- Posible alfonsino (32.1)
- Incierto alfonsino (32.2)
- Otros: otras especies, lóbulo lateral, rocas (-9999)

Para los ecotrazos que no fue posible confirmar mediante lances, pero que se les asignó la categoría de posible especie-objetivo (códigos 500.1 y 32.1) se estimó su probabilidad de ser orange roughy o alfonsino, $p(OR)$, utilizando el modelo probabilístico de Niklitschek *et al.* (2005), definido por,

$$p(OR) = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot z)}}{(1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot z)})}$$

donde,

z : profundidad media del ecotrazo

β_0 : -16,54 ± 0,034 (EE)

β_1 : 5,196 ± 0,0081 (EE)

Tabla 7. Lances de identificación por monte según especie-objetivo y composición de la captura en porcentaje, año 2006.

Especie objetivo	Monte	Número de lances	Orange roughy	Alfonsino	Otras especies
Alfonsino	JF1	11	0.00%	81.57%	18.43%
	JF1.1	12	0.00%	99.64%	0.36%
	JF2	37	0.00%	99.96%	0.04%
	JF6	5	0.00%	99.87%	0.13%
	Sub-total	65	0.00%	99.56%	0.44%
Orange roughy	JF1	25	99.97%	0.00%	0.03%
	JF2	10	97.64%	0.00%	2.36%
	JF3	17	99.57%	0.00%	0.43%
	JF4	5	98.30%	0.00%	1.70%
	Sub-total	57	99.84%	0.00%	0.16%
Total		122	58.42%	41.30%	0.28%

2.5. Ecointegración

Los ecotrazos fueron identificados mediante la inspección visual de los ecogramas y luego integrados en intervalos arbitrarios de 50 m (intervalos básicos de muestreo), utilizando las siguientes relaciones

2.5.1. Coeficiente volumétrico de retro-dispersión (S_v) por pulso transmitido

$$S_v = P_r + 20 \cdot \log r + 2\alpha \cdot r - 10 \cdot \log \left(\frac{P_t \cdot G_0^2 \cdot r_0^2 \cdot \lambda^2 \cdot c \cdot \tau \cdot \Psi}{32 \cdot \pi^2} \right) - 2 CF \text{ dB re } 1 \text{ m}^{-1}$$

donde,

- P_r : potencia recibida (dB re 1 W)
- r : rango (m)
- α : coeficiente de absorción (dB m^{-1})
- P_t : Potencia transmitida (W)
- G_0 : constante del ecosonda (sin dimensión)
- λ : longitud de onda (m)
- c : velocidad del sonido (m s^{-1})
- τ : duración del pulso (s)
- Ψ : ángulo equivalente dos vías (esteradianes)
- CF : factor de calibración (dB re 1 m^{-1})

2.5.2. Coeficiente de dispersión por unidad de área náutica (S_{A_k}) en la región k

$$S_{A_k} = \sum_{p=1}^m \delta \sum_{d=1}^{\frac{h}{\delta}} 10^{\frac{S_{V_{dp}}}{10}} \cdot \pi \cdot 1.852^2 \cdot fce_{bt} \cdot fcm_l \cdot fcp_k \cdot fci_k \cdot fcs_k \cdot fdz_k \quad (\text{m}^2 \text{mn}^{-2})$$

donde,

m : número de pulsos (p) en el intervalo k

δ : altura de los quanta digitalizados (d)

h : altura de la eco-región.

$S_{V_{dp}}$: intensidad del eco por unidad de volumen del quanta d en el pulso p .

fce_{bt} : factor de corrección asociado a la calibración del equipo montado en el barco b , durante el período t .

fcm_l : factor de corrección por la atenuación del eco causada por el movimiento oscilatorio del transductor en la transecta l .

fcp_k : factor de corrección por pulsos perdidos y defectuosos en la región k .

fci_k : factor de corrección para el eco incidental asociado a la región k .

fcs_k : factor de corrección asociado a la diferencia entre la absorción nominal y calculada del sonido para la región k .

fdz_k : factor de corrección correspondiente a la fracción del ecotrazo oculta en la zona ciega de la región k .

2.5.3. Protocolo de post-proceso

El post-proceso de los datos acústicos de orange roughy y alfonsino se ajustó siguiendo el protocolo de trabajo indicado en la tabla 8.

2.6. Control y corrección de fuentes conocidas de sesgo

Siguiendo un proceso equivalente al empleado por Boyer *et al.* (2003) y Niklitschek *et al.* (2005), se aplicaron los siguientes factores de corrección (Tabla 9 y Tabla 10 para orange roughy y alfonsino respectivamente):

i) Calibración de los equipos

según procedimiento de cálculo ya descrito en el punto 2.2.3.

Tabla 8. Protocolo de post-proceso utilizado para ambas especies, año 2006.

<i>Parámetro</i>	<i>Orange roughy</i>	<i>Alfonsino</i>
Estrato batimétrico de análisis (m)	500 - 1.000	200 - 600
Intervalo básico de muestreo (m)	50	50
Delineación de ecotrazos	semi-automática (módulo SHAPES de Sonardata Inc)	semi-automática (módulo SHAPES de Sonardata Inc)
Longitud mínima total (m)	40	20
Altura mínima total (m)	10	5
Longitud mínima del ecotrazo candidato (m)	5	5
Altura mínima del ecotrazo candidato (m)	2	2
Máxima distancia de enlace vertical (m)	5	5
Máxima distancia de enlace horizontal (m)	20	20
Filtro Sv para delineación de ecotrazos (dB)	-70 ó -72	-65
Filtro Sv para eointegración (dB)	-75	-75

ii) *Atenuación de la señal como consecuencia del movimiento del transductor*

Para estimar la pérdida de energía de la señal acústica como resultado del cambio en la orientación del transductor entre emisión y recepción (Simmonds & MacLennan, 2005), se montó en el puente de cada embarcación un compás digital Honeywell HMR3000, cuya señal fue registrada de manera semi-continua a una tasa de 180 muestras por minuto (software PC Demo Interface, versión 2.03).

La atenuación de la señal fue calculada como la integral de directividad normalizada, (Ψ_D), utilizando la ecuación de Stanton (1982), codificada en Matlab© por Sawada y Williamson (Sawada & Williamson, 2003):

$$\Psi_D = \int \int \left(\frac{2J(ka \cdot \sin Y_t)}{ka \cdot \sin Y_t} \right)^2 \cdot \left(\frac{2J(ka \cdot \sin Y_r)}{ka \cdot \sin Y_r} \right)^2 \cdot d\Omega$$

donde,

J : Función de Bessel

k : número de onda acústica

- a : radio del transductor
- Ω : dirección de integración
- Y_t : $\cos^{-1}(\sin \theta_0 \cdot \sin \theta \cdot \cos \phi + \cos \theta_0 \cdot \cos \theta)$
- Y_r : $\cos^{-1}(-\sin \theta_0 \cdot \sin \theta \cdot \cos \phi + \cos \theta_0 \cdot \cos \theta)$
- θ_0 : separación angular entre transmisión y recepción
- θ : ángulo polar del haz acústico
- ϕ : ángulo azimutal del haz acústico

El ángulo normalizado (θ_N) para cada par i de registros de “roleo” θ_{X_i} , “cabeceo” θ_{Y_i} , fue calculado siguiendo la ecuación:

$$\theta_{N_i} = \text{tg}^{-1} \sqrt{\text{tg}^2(\theta_{X_i}) + \text{tg}^2(\theta_{Y_i})}$$

La secuencia de datos de θ_{N_i} correspondiente a cada ecotrazo fue interpolada hasta alcanzar una resolución de 0,1 s, procediéndose luego a calcular la separación angular media entre emisión y recepción de la señal, para cada ecotrazo, utilizando la relación:

$$\bar{\theta}_0 = \frac{\sum_{t=1}^{t=e} |\theta_{N_t} - \theta_{N_{t-\Delta t}}|}{t / \Delta t}$$

donde Δt es el tiempo estimado entre emisión y recepción (en décimas de segundo), calculado utilizando la relación

$$\Delta t : \quad \Delta t = \frac{20 \cdot \bar{r}}{c}$$

\bar{r} : rango promedio entre emisor y blanco (m)

c : velocidad del sonido ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

iii) Pulsos perdidos y defectuosos

Los pulsos perdidos y las espigas de alta intensidad (ruido) derivados de burbujeo y/o interferencia³ fueron eliminados semi-automáticamente del ecograma, excluyendo aquellos pulsos i cuya señal de fondo (0-15 m desde la línea de fondo) presentara un \bar{S}_{V_i} inferior al percentil 10 de la distribución de todos los \bar{S}_{V_i} observados en el respectivo ecograma. Esta exclusión fue efectuada utilizando el módulo de ecogramas virtuales de Echoview(c). Aquellos pulsos defectuosos que persistieron fueron extraídos manualmente del ecograma. Asumiendo que el eco dispersado en estos pulsos sería igual al promedio de los restantes pulsos de la región integrada, se estimó el factor de corrección fcp_k utilizando la relación:

³En general asociados a malas condiciones climáticas.

$$fcp_k = \frac{n_k + bp_k}{n_k}$$

donde,

n_k : total de pulsos emitidos sobre la región k .

bp_k : número de pulsos no recepcionados o defectuosos.

iv) Eco incidental

El eco dispersado por los organismos nectónicos presentes en la columna de agua (“eco incidental”), fue estimado para cada ecotrazo de orange roughy o alfonsino, integrando el eco retrodispersado por una celda inmediatamente contigua, de igual altura al ecotrazo de orange roughy y de un largo de 10 pulsos hidroacústicos. Asumiendo igual concentración de organismos nectónicos dentro y fuera de cada agregación, el factor de corrección por eco incidental fue calculado para la región k como,

$$fci_k = \frac{S_{A_k} - S_{A_{i,k}}}{S_{A_k}}$$

donde,

S_{A_k} : intensidad promedio no corregida del eco retrodispersado por la región k

$S_{A_{i,k}}$: intensidad promedio del eco retrodispersado por la celda de referencia, adyacente a la región k .

v) Absorción del sonido

Esta corrección fue aplicada para reducir el sesgo originado por la diferencia entre el coeficiente de absorción pre-definido en el econtegrador (α_{set}) y el coeficiente estimado α_t a partir de la temperatura y salinidad medidas *in situ* y la profundidad de cada marca (z_l), siguiendo la expresión:

$$fca_l = 10^{(\alpha_t - \alpha_{set}) \cdot 2z_l}$$

donde (Doonan *et al.* 2003),

$$\alpha_k = \frac{c \cdot A_2 \cdot P_2 \cdot f_2 \cdot f^2}{(f_2^2 + f^2)} + A_3 \cdot P_3 \cdot f^2$$

f : frecuencia (kHz)

$$A_2 = 22,19 \cdot S (1 + 0,017 \cdot T)$$

$$f_2 = 1,8 \cdot 10^7 \cdot e^{\frac{-1518}{(T+273,1)}}$$

$$P_2 = e^{-1,76 \cdot 10^{-4} \cdot z_k}$$

$$A_3 = 4,937 \cdot 10^{-4} - 2,59 \cdot 10^{-5} \cdot T + 9,11 \cdot 10^{-7} \cdot T^2 - 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot T^3$$

$$P_3 = 1 - 3,83 \cdot 10^{-5} \cdot z_k + 4,9 \cdot 10^{-10} \cdot z_k^2$$

S: salinidad (psu)

T: temperatura (°C)

Para estos efectos se utilizó los promedios de temperatura y salinidad del conjunto de lances del perfilador CTD efectuados en el respectivo monte, la media fue obtenida en intervalos de 1 m de profundidad.

vi) Zona ciega

La altura de la zona ciega (IDZ_k) bajo cada agregación, fue calculada a partir de la expresión de Barr (2001)

$$IDZ_k \rightarrow (1,2 + 0,16 \eta^2) z \times 10^{-3} + c \tau / 4$$

donde,

η : ángulo de choque entre haz acústico y fondo (grados)

z : profundidad (m)

c : velocidad del sonido ($m \cdot s^{-1}$)

τ : duración del pulso (s)

La densidad de orange roughy en la zona ciega fue asumida igual a la densidad de la agregación en los 10 m inmediatamente superiores, calculándose el respectivo factor de corrección en la forma:

$$fdz_k = \frac{\bar{S}_{A(10,k)}}{10} \cdot IDZ_k$$

donde,

$\bar{S}_{A(10,k)}$: S_A media estimada para los últimos 10 m de la región k

Tabla 9. Valor promedio de los factores de corrección aplicados según fuente de sesgo considerada para orange roughy.

Zona	Factor de corrección			
	Movimiento del transductor	Zona ciega	Coefficiente de absorción	Eco incidental
JF1	1,04	1,19	0,78	0,89
JF2	1,06	1,20	0,80	0,86
JF3	1,03	1,19	0,76	0,91
JF4	1,05	1,17	0,76	0,92

Tabla 10. Valor promedio de los factores de corrección aplicados según fuente de sesgo considerada para alfonsino.

Zona	Factor de corrección			
	Movimiento del transductor ²	Zona ciega	Coefficiente de absorción	Eco incidental
JF1	1,01	1,04	0,86	0,98
JF1.1	1,00	1,08	0,91	1,00
JF2	1,02	1,07	0,86	0,98
JF4	1,02	1,00	0,86	1,00
JF6	1,01	1,02	0,84	0,99

2.7. Densidad acústica

2.7.1. Proporción de S_A asignado a la especie objetivo en cada intervalo de muestreo $S_{A_{obj}}$

$$S_{A_{obj}} = S_A \cdot \frac{F_{obj} \cdot \sigma_{obj}}{\sigma_{obj} \cdot F_{obj} + \sigma_{sp2} \cdot F_{sp2}} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{mn}^{-2})$$

donde,

$$\sigma : 4 \cdot \pi \cdot 10^{\frac{TS}{10}}$$

F_{obj} : proporción en la captura o proporción asignada por el modelo probabilístico de Niklitschek et al (2005) a la especie objetivo (orange roughy o alfonsino)

F_{sp2} : proporción en la captura o proporción asignada por el modelo probabilístico de Niklitschek et al (2005) a la especie concurrente (orange roughy o alfonsino)

TS : fuerza de blanco (dB)

2.7.2. Coeficiente medio de dispersión por unidad de área (\hat{S}_A)

El coeficiente medio de dispersión por unidad de área fue calculado para cada zona de estudio utilizando el método geo-estadístico de máxima verosimilitud de Niklitschek & Roa (2006). Este método modela la correlación espacial de la variable z a lo largo de los ejes x e y , asumiendo estacionaridad de segundo orden, es decir un valor estimado de la variable respuesta igual para todos los pares x_i, y_i y una misma covarianza para todos los pares de observaciones ubicadas a igual distancia. Considera además fuentes adicionales de correlación de los datos, que en este caso correspondieron a las variables categóricas “ciclo semi-adaptativo” y “prospección dentro de ciclo”. Siguiendo el método indicado, el variograma empírico fue ajustado por máxima verosimilitud a través de un modelo lineal general asumiendo un modelo de correlación espacial de tipo gaussiano y una distribución log-gamma del error.

La media y la varianza de la variable transformada (\hat{S}_A) fueron llevadas de vuelta a unidades originales (\hat{S}_A) a partir del muestreo aleatorio ($n=5.000$) de la función de distribución de probabilidad normal con media y desviación estándar iguales a las estimadas por el modelo geoestadístico para la variable transformada.

2.7.3. Densidad media de la especie objetivo (\hat{z}_{obj})

$$\hat{z}_{obj} = \frac{\hat{S}_{A_{obj}}}{1,852 \cdot \hat{\sigma}_{obj}} \text{ (ind km}^{-2}\text{)}$$

2.8. Estimación de la abundancia

2.8.1. Abundancia total de la especie objetivo (\hat{N}_{obj}) en el estrato o región s

La abundancia total por área estudiada fue obtenida multiplicando la densidad media estimada (\hat{z}_{obj}) por el área efectiva de distribución del recurso-objetivo en la zona de interés s ($\hat{\alpha}_s$), es decir,

$$\hat{N}_{obj} = \hat{z}_{obj} \cdot \hat{\alpha}_s$$

2.8.2. Varianza muestral de la abundancia total $V(\hat{N}_{obj})$

Fue calculada mediante series de Taylor, considerando que las estimaciones de \hat{z} y $\hat{\alpha}$ son independientes por construcción. De esta manera:

$$V(\hat{N}_{obj}) = \alpha_s^2 \cdot V(\hat{z}_{obj}) + \hat{z}_s^2 \cdot V(\hat{\alpha}_s)$$

2.8.3. Área ocupada por la especie-objetivo en el estrato s ($\hat{\alpha}_s$)

Se estimó como el producto entre la superficie total de área de inferencia (A_s) y la probabilidad $p_s(S_A > 0)$ de observar un ecotrazo asignado a la especie-objetivo en un punto cualquiera (x,y) dentro de A_s . De esta manera, el área de interés $\hat{\alpha}_s$ fue definida por:

$$\hat{\alpha}_s = \hat{p}_s \cdot A_s$$

cuya varianza de estimación, fue estimada a partir de la varianza de \hat{p} , siguiendo la ecuación:

$$V(\hat{\alpha}) = A^2 \cdot V(\hat{p})$$

El parámetro \hat{p} fue estimado mediante un modelo lineal general mixto (Searle, 1987), de tipo espacial, definiendo la variable observada $I=1$ cuando $S_A > 0$, e $I=0$ cuando $S_A=0$. El valor de la variable dependiente Y , ligada a la variable I (presencia/ausencia del recurso objetivo en cada intervalo básico de muestreo) a través de una función logit, y modelada como,

$$Y = S\beta + T\gamma + \epsilon$$

donde,

S : matriz de efectos fijos, que en el presente análisis es un escalar igual a 1,

β : vector de parámetros de los efectos fijos que, en este caso, es una constante que llamamos β_0 ,

T : dupla (x,y) que representa las coordenadas de cada localidad

γ : vector de parámetros que representan el modelo espacial a ser ajustado en conjunto con β_0 , de media 0 y varianza \mathbf{G} .

ϵ : vector de errores aleatorios, de media 0 y varianza \mathbf{H} .

La matriz \mathbf{G} fue modelada asumiendo una estructura espacial de tipo gaussiana, mientras que para la matriz \mathbf{H} se asumió una distribución binominal. El valor esperado de Y , $E(Y)$ fue definido como :

$$E(Y) = \beta_0 = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

Mientras que el estimado de máxima verosimilitud de p (\hat{p}), fue obtenido mediante la ecuación,

$$\hat{p} = \frac{e^{\hat{\beta}_0}}{1 + e^{\hat{\beta}_0}}$$

La varianza de \hat{p} fue aproximada por series de Taylor a partir de la varianza del estimado de β_0 ($V(\hat{\beta}_0)$), de acuerdo a la relación,

$$V(\hat{p}) = \left(\frac{e^{\hat{\beta}_0}}{(1 + e^{\hat{\beta}_0})^2}\right)^2 V(\hat{\beta}_0)$$

La representación gráfica de la distribución y densidad de la biomasa detectada fue obtenida a través de kriging lineal ordinario (Cressie, 1991; Doonan *et al.*, 2003), basado en los parámetros de rango, nugget y sill obtenidos mediante los procedimientos de máxima verosimilitud ya descritos.

2.8.4. Abundancia relativa de la especie objetivo ($A\hat{R}_{obj}$) en el estrato o región s

De manera análoga a la abundancia total, es posible obtener un índice acústico de abundancia relativa, que es independiente de las incertidumbres y sesgos asociados a las estimaciones de TS, talla y peso medio. Este índice corresponde al producto entre el coeficiente medio de dispersión acústica (\hat{S}_A) y el área efectiva de distribución del recurso-objetivo en la zona de interés s ($\hat{\alpha}_s$), es decir,

$$A\hat{R}_{obj} = \hat{S}_A \cdot \hat{\alpha}_s$$

2.8.5. Varianza muestral de la abundancia relativa $V(A\bar{R}_{obj})$

Calculada por series de Taylor, considerando que las estimaciones de \hat{z} y $\hat{\alpha}$ son independientes por construcción. De esta manera:

$$V(A\hat{R}_{obj}) = \alpha_s^2 \cdot V(\hat{S}_A) + \hat{S}_A^2 \cdot V(\hat{\alpha}_s)$$

2.9. Estimación de la biomasa

2.9.1. Biomasa estimada de la especie-objetivo en cada zona m \hat{B}_{obj}

$$\hat{B}_{obj} = \hat{N}_{obj} \cdot \hat{w}_{obj} \text{ (ton)}$$

donde,

\hat{w}_{obj} : es el promedio ponderado del peso de la especie objetivo.

2.9.2. Varianza muestral de biomasa estimada de la especie-objetivo en cada zona m

$$\hat{V}(\hat{B}_{obj}) = [\hat{V}(\hat{w}_{obj}) \cdot \hat{N}_{obj}^2 + \hat{w}_{obj}^2 \cdot \hat{V}(\hat{N}_{obj}) - \hat{V}(\hat{w}_{obj}) \cdot \hat{V}(\hat{N}_{obj})]$$

2.9.3. Fuerza de blanco (TS)

Para el cálculo de la TS en el caso de orange roughy, se utilizó la relación de fuerza de blanco desarrollada en el proyecto FIP 2005 -13 (Niklitschek *et al.*, 2007) definida por la ecuación:

$$TS = 18,5 \cdot \log(LE) - 79,4 \text{ (dB)}$$

Para fines comparativos y de consistencia con informes anteriores, se reporta también los resultados obtenidos utilizando las relaciones longitud estándar (LE)- fuerza de blanco empleadas para esta especie en años anteriores para Chile, Nueva Zelanda y Australia:

$$TS = 16,15 \log(LE) - 76,15 \text{ (dB)} \quad \text{Hampton \& Soule (2002)}$$

$$TS = 16,15 \log(LE) - 74,34 \text{ (dB)} \quad \text{Doonan \& Bull (en Hampton \& Soule, 2002).}$$

Para el cálculo de la TS de alfonsino, se utilizó la relación de fuerza de blanco desarrollada en el proyecto FIP 2005 -13 (Niklitschek *et al.*, 2007) definida por la ecuación:

$$TS = 20 \log(LE) - 67,7 \text{ (dB)}$$

Para fines comparativos también se estimó la biomasa utilizando la generalización de Foote (1987) para peces fisoclistos, en la cual,

$$TS = 20 \log(LE) - 67,4 \text{ (dB)}$$

Se efectuó un análisis de varianza para comparar la talla media, $\log(LE)$, y el peso medio entre semanas dentro de montes, sin encontrar diferencias significativas. Por ello, se procedió a obtener un estimado único de talla y peso medio para cada monte (Tabla 11).

Tabla 11. Valores estimados y errores estándar de parámetros de campo usados para el cálculo de varianza de los estimados de biomasa y abundancia de orange roughy y alfonsino en el año 2006.

Parámetro	Zona	Valor estimado	Error estándar
\log_{10} talla promedio orange roughy (cm)	JF1	1,59	0,012
	JF2	1,60	0,013
	JF3	1,62	0,012
	JF4	1,62	0,013
\log_{10} talla promedio alfonsino (cm)	JF1	1,46	0,072
	JF1.1	1,36	0,047
	JF2	1,43	0,042
	JF4 ⁴	1,37	0,037
	JF6	1,39	0,050
Peso promedio orange roughy (g)	JF1	1.820	165
	JF2	1.940	179
	JF3	2.220	175
	JF4	2.220	175
Peso promedio alfonsino (g)	JF1	990	357
	JF1.1	360	192
	JF2	760	165
	JF4 ⁴	510	166
	JF6	600	209

2.10. Análisis de la serie histórica de evaluaciones directas de orange roughy 2003-2006

A fin de obtener evaluaciones directas comparables de orange roughy y alfonsino dentro del período 2003-2006, se procedió a re-calcular todos los estimados disponibles de la serie, utilizando los datos secundarios del post-proceso acústico de cada año o los datos primarios del registro acústico según demandara cada caso. Como resultado de lo anterior, el presente trabajo presenta

⁴ Corresponde a promedio 2003-2005

una serie altamente estandarizada en torno a métodos y enfoques de análisis, destacando una orientación fundamental a la producción de índices de **abundancia relativa** con la mayor precisión y el menor sesgo posible, dadas las restricciones metodológicas y operacionales de la serie de prospecciones. Esta orientación sacrificó posibles beneficios del juicio experto en beneficio de la reducción de fuentes subjetivas de variabilidad inter-anual, e incluyó los siguientes elementos:

- i. Omisión de correcciones asociadas a la detectabilidad del recurso, que en los primeros años de estudio se tradujeron en la exclusión selectiva de prospecciones con baja o nula abundancia. En el presente análisis sólo se excluyó ciclos completos de evaluación cuya proporción de unidades muestrales con presencia del stock fuera inferior al 0,1% del área estudiada.
- ii. Automatización de procedimientos de delineación de ecotrazos, corrección y depuración por pulsos defectuosos, eco incidental, zona muerta y oscilación del transductor entre otros.
- iii. Definición de la variable respuesta como un índice proporcional a la abundancia media del stock presente en el área de estudio en un momento cualquiera del período evaluado. Ello en contraposición a la obtención de un índice proporcional a la abundancia total del stock presente en el área y período de estudio. En otras palabras no se incorporó supuestos sobre la tasa de recambio del(los) contingente(s) que habrían concurrido a desovar a lo largo de cada período evaluado y se estimó una media de todas las observaciones presentes en cada caso. De este modo, se buscó estandarizar resultados provenientes de prospecciones con períodos y esfuerzos de muestreo muy disímiles.
- iv. Modelamiento geo-estadístico (Niklitschek & Roa, 2006) y corrección de medias y varianzas en función de la covarianza espacial de los datos, ignorada en el análisis original de los años 2003 y 2004.

3. RESULTADOS

3.1. Orange roughy

3.1.1. Abundancia y biomasa 2006

El coeficiente medio de dispersión por unidad de área (\hat{S}_A) para toda la zona de estudio fue estimado en un valor de $36 \text{ m}^2 \cdot \text{km}^{-2} \pm 3,6$ (EE), con un coeficiente de dispersión total ($\hat{\phi}$) estimado en $560 \text{ m}^2 \pm 70$ (EE) (Tabla 12, Figuras 3, 4, 5 y 6). De acuerdo a la definición metodológica del estudio, estos valores representan la fracción desovante de orange roughy presente en el área y período de estudio (montes JF1 a JF4), detectable acústicamente. La transformación del coeficiente de dispersión total en abundancia y biomasa arrojó valores totales de $4,1 \times 10^6$ individuos $\pm 12\%$ (CV) y $8.000 \pm 12\%$ toneladas para el año 2006 (Tabla 13).

Como se ha destacado en informes anteriores, los valores de abundancia y biomasa, son altamente sensibles a la relación fuerza de blanco-talla utilizada para la interpretación del coeficiente $\hat{\phi}$. Mientras que los valores indicados corresponden a la relación propuesta por Niklitschek et al (2007), las ecuaciones alternativas de Hampton & Soule (2002) y Doonan et al (2001) producirían estimados 1,18 o 0,78 veces los indicados, respectivamente (Tabla 14).

3.1.2. Distribución espacial de orange roughy

i) Distribución entre zonas

El área estimada de distribución efectiva del stock alcanzó a 15,5 km², equivalente al 3,2% de los 490 km² prospectados. El monte JF1 concentró la mayor biomasa de las cuatro áreas estudiadas (3.700 ton) y presentó la mayor área de distribución efectiva del recurso (7,3 km²). La menor biomasa estimada por monte (490 ton) y a su vez la menor área de distribución efectiva del recurso (1,3 km²) correspondió al monte JF4. El monte JF3, fue el que presentó la mayor densidad, con un promedio estimado de 0,3 ind m⁻² (Tabla 13).

Tabla 12. Área prospectada y estimados de la proporción del área ocupada por el stock , $p(S_A > 0)$, del área efectiva del stock ($\hat{\alpha}$), coeficiente medio de dispersión acústica por unidad de área (\hat{S}_A) y coeficiente de dispersión total ($\hat{\phi}$) de la fracción desovante de orange roughy presente en el área y período de estudio, año 2006. Total corresponde a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.

Monte	Área Prospec- tada (km ²)	$p(S_A > 0)$	EE $p(S_A > 0)$	$\hat{\alpha}$ (km ²)	EE ($\hat{\alpha}$)	\hat{S}_A ⁵ (m ² ·km ⁻²)	EE (\hat{S}_A)	$\hat{\phi} = \hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$ (m ²)	EE ($\hat{\phi}$)
JF1	195	0,038	0,0053	7,3	1,04	37	5,4	268	54,5
JF2	170	0,027	0,0038	4,5	0,64	34	3,4	153	26,6
JF3	70	0,034	0,0064	2,4	0,45	43	11,1	104	32,6
JF4	55	0,024	0,0049	1,3	0,27	26	5,4	34	9,9
Total	490	0,032	0,0027	15,5	1,33	36	3,6	559	69,6

⁵Donde los valores de \hat{S}_A en m²·mn⁻² están transformados a m²·km⁻²

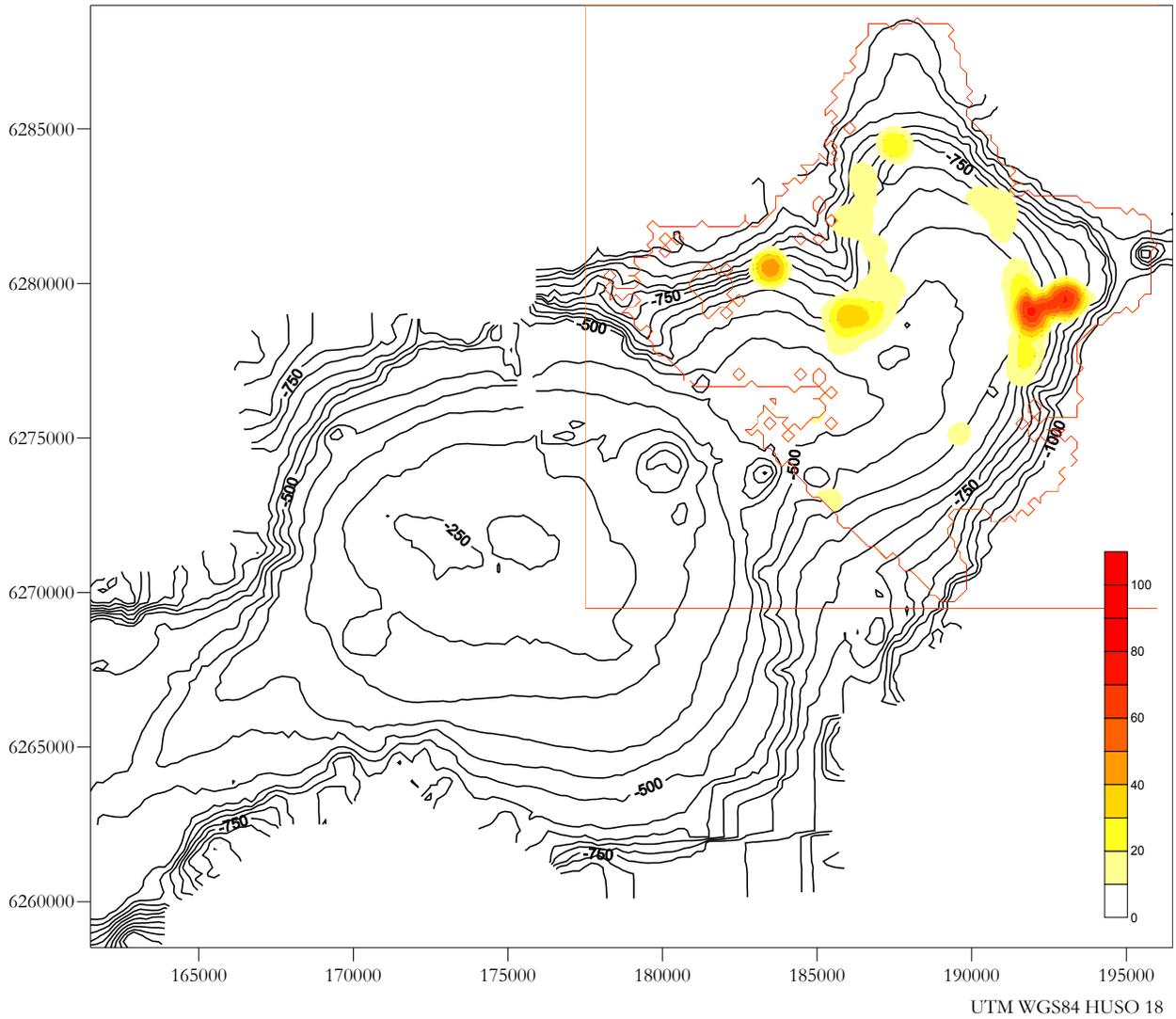


Figura 3. Mapa de distribución de la densidad relativa $\hat{\phi} \text{ m}^2 \cdot \text{km}^{-2}$ de orange roughy en el monte JF1, año 2006.

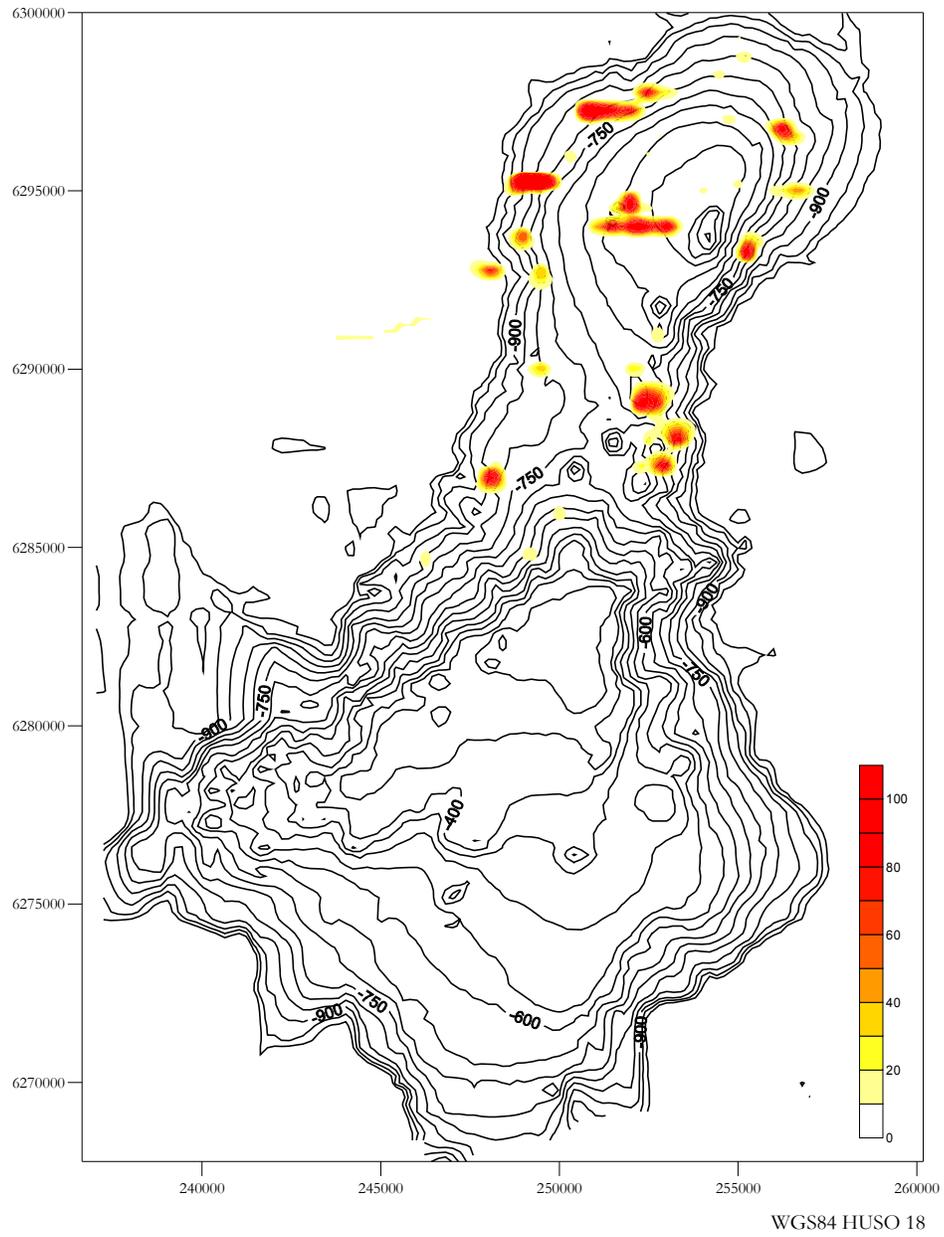


Figura 4. Mapa de distribución de la densidad relativa $\hat{\phi} \text{ m}^2 \cdot \text{km}^{-2}$ de orange roughy en el monte JF2, año 2006.

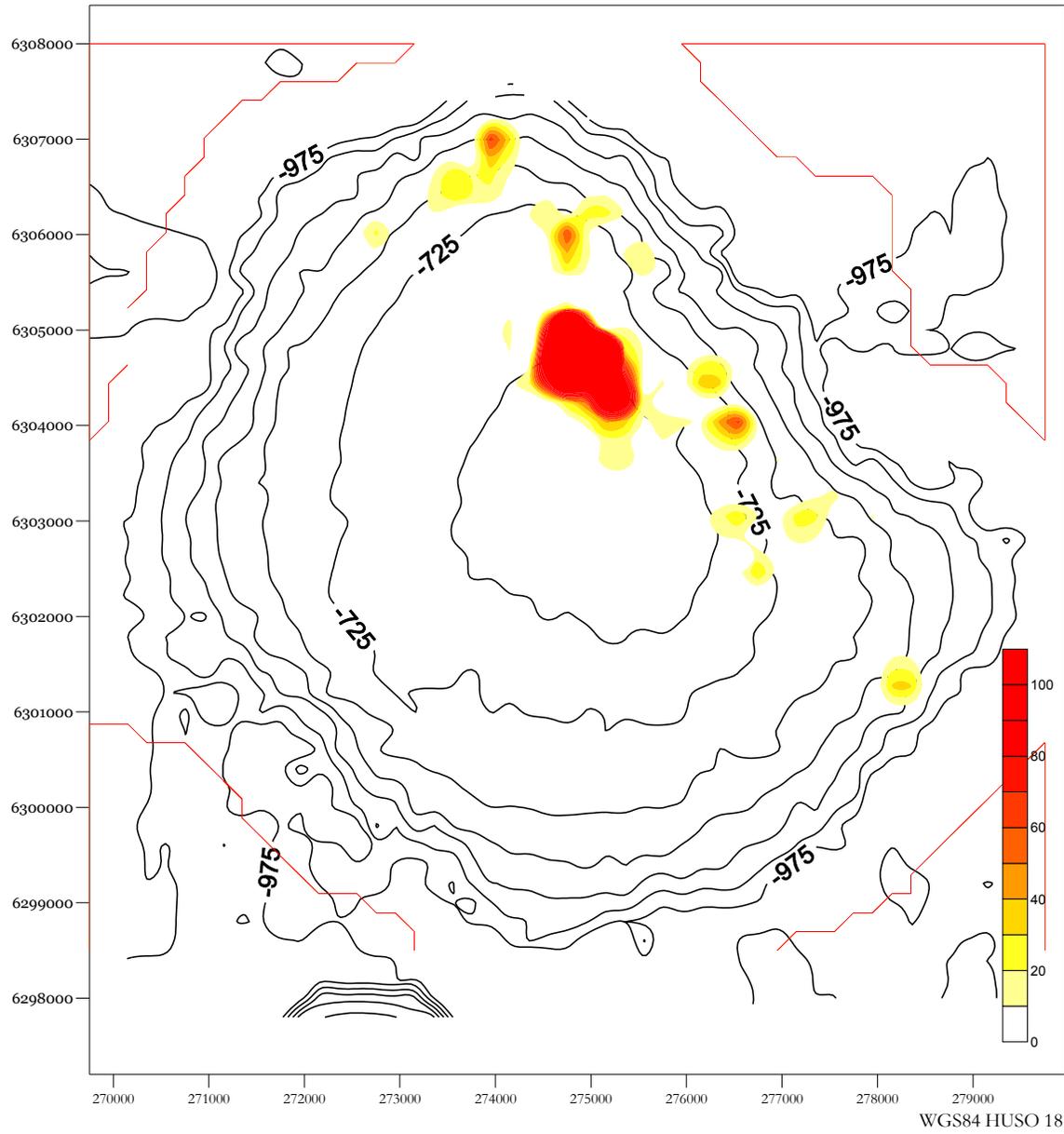


Figura 5. Mapa de distribución de la densidad relativa $\hat{\phi} \text{ m}^2 \cdot \text{km}^{-2}$ de orange roughy en el monte JF3, año 2006.

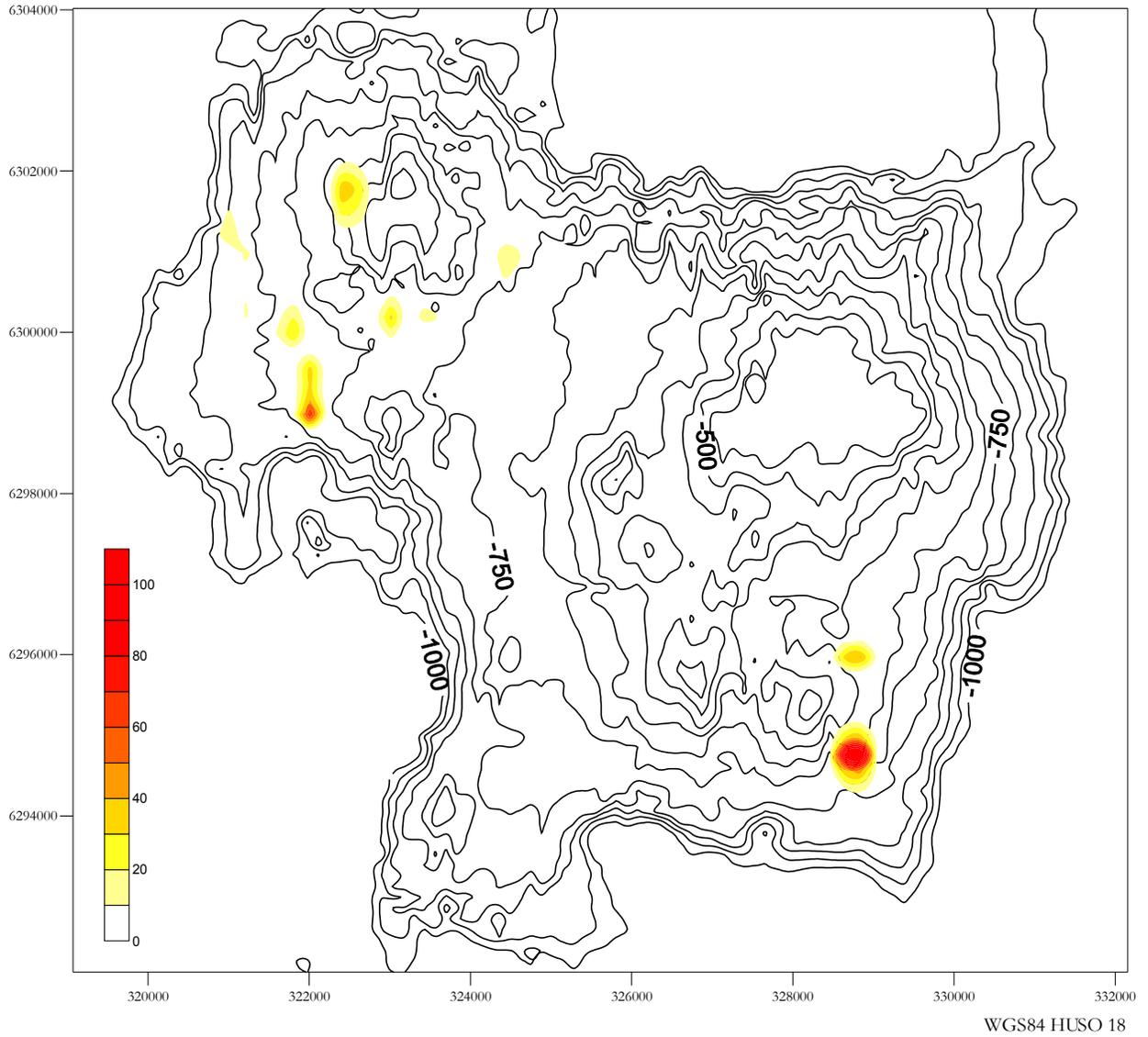


Figura 6. Mapa de distribución de la densidad relativa $\hat{\phi}$ $m^2 \cdot km^{-2}$ de orange roughy en el monte JF4, año 2006.

Tabla 13. Valores estimados de densidad numérica, \hat{d} , abundancia, \hat{N} , y biomasa, \hat{B} , correspondientes a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el presente estudio. Total corresponde a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.

Monte	Densidad (ind *m ⁻²) \hat{d}	EE (\hat{d})	Abundancia (10 ⁶ ind) \hat{N}	EE (\hat{N})	Biomasa (ton) \hat{B}	EE (\hat{B})	CV (\hat{B})
JF1	0,28	0,041	2,0	0,41	3.749	763	0,20
JF2	0,26	0,026	1,2	0,20	2.201	387	0,18
JF3	0,30	0,077	0,7	0,23	1.565	493	0,32
JF4	0,18	0,037	0,2	0,07	492	144	0,29
Total	0,27	0,026	4,1	0,52	8.007	998	0,12

Tabla 14. Comparación de valores estimados de abundancia, \hat{N} , y biomasa, \hat{B} , obtenidos utilizando relaciones alternativas de TS-LE empleadas en Australia y Nueva Zelanda. Valores corresponden a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández en 2006.

Monte	Abundancia \hat{N} ($\times 10^6$ ind)			Biomasa \hat{B} (ton)		
	Niklitschek et al. (2007)	Doonan et al. (2001)	Hampton & Soule (2002)	Niklitschek et al. (2007)	Doonan et al. (2001)	Hampton & Soule (2002)
JF1	2,0	1,6	2,4	3.749	2.924	4.424
JF2	1,2	0,9	1,4	2.201	1.717	2.597
JF3	0,7	0,5	0,9	1.565	1.220	1.847
JF4	0,2	0,2	0,2	492	384	580
Total	4,1	3,2	4,9	8.007	6.245	9.448

ii) Modelación geoestadística

El modelamiento geoestadístico proporcionó mejores ajustes que modelos basados en supuestos de muestreo aleatorio para todos los casos. Los resultados de este modelamiento permitieron estimar rangos entre 0,13 y 1,1 km para el modelo condicional del coeficiente S_A , y entre 0,18 y 0,75 km para el modelo binomial de presencia del stock (Tabla 15). Estos rangos estarían asociados tanto al tamaño de las agregaciones como a su disposición espacial respecto a las transectas hidroacústicas efectuadas.

Tabla 15. Resultados del modelamiento geoestadístico para el coeficiente de dispersión por unidad de área, $\log(\hat{S}_A)$, y la probabilidad de presencia del stock, $\text{logit}[p(\hat{S}_A > 0)]$, correspondientes a orange roughy.

Monte	$\log(\hat{S}_A)$			$\text{logit}[p(\hat{S}_A > 0)]$		
	Pepita ($\text{m}^4 \cdot \text{mn}^4$)	Rango (km)	Meseta ($\text{m}^4 \cdot \text{mn}^4$)	Pepita ($\text{m}^4 \cdot \text{mn}^4$)	Rango (km)	Meseta ($\text{m}^4 \cdot \text{mn}^4$)
JF1	$0,2 \pm 0,11$	$1,1 \pm 0,47$	$3,7 \pm 0,28$	$1,7 \pm 0,24$	$0,75 \pm 0,081$	$4,4 \pm 0,43$
JF2	$1,2 \pm 0,13$	$0,15 \pm 0,012$	$1,4 \pm 0,16$	$4,2 \pm 0,64$	$0,37 \pm 0,029$	$4,6 \pm 1,3$
JF3	$2,2 \pm 0,46$	$0,22 \pm 0,042$	$11 \pm 1,0$	$2,6 \pm 0,27$	$0,51 \pm 0,024$	$3,9 \pm 0,33$
JF4	$1,4 \pm 0,42$	$0,13 \pm 0,019$	$1,7 \pm 0,51$	$2,7 \pm 0,16$	$0,181 \pm 0,0053$	$2,7 \pm 0,16$

3.1.3. Revisión retrospectiva de la abundancia de orange roughy 2003-2006

Para comparar los resultados de las estimaciones del periodo 2003-2006 en orange roughy, se propone considerar primariamente los respectivos estimados de abundancia relativa $\hat{\phi}$, (Tabla 16, Figura 7) y secundariamente los índice de abundancia numérica \hat{N} , (Tabla 17) y de biomasa \hat{B} , (Tabla 18), que podría considerarse estimaciones mínimas pero, en caso alguno, debieran considerarse como estimaciones de abundancia absoluta.

Al observar las secuencias por año (Figura 7), se nota un descenso en los valores de la abundancia relativa, a excepción del año 2005, que presenta un aumento de este coeficiente. Al desagregar por zona (Figura 8) se observa un descenso en la abundancia de los montes JF2, JF3 y JF4, más marcada entre 2003 y 2004. El monte JF1, por su parte, presenta una tendencia más bien creciente, con valores especialmente altos en en el año 2005.

El monte JF4 ha presentado la menor abundancia relativa del grupo analizado durante el periodo 2003-2006. Sin perjuicio de ello, durante la evaluación de este monte en 2006 no se observó hembras en desove, lo que hace pensar en un desfase temporal entre los periodos de evaluación y agregación del recurso. Más aún, la presencia de huevos de orange roughy en el plancton durante el período de estudio (objetivo 4 del presente estudio) lleva a pensar que el desove se adelantó respecto a la fecha de evaluación directa.

Tabla 16. Valores estimados de abundancia relativa, $\hat{\phi}$, correspondientes a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante los años 2003-2006. Sub-totales y total corresponden a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.

Monte	Año							
	2003		2004		2005		2006	
	$\hat{\phi}$ (m ²)	CV ($\hat{\phi}$)	$\hat{\phi}$ (m ²)	CV ($\hat{\phi}$)	$\hat{\phi}$ (m ²)	CV ($\hat{\phi}$)	$\hat{\phi}$ (m ²)	CV ($\hat{\phi}$)
JF1	172	0,36	139	0,40	684	0,24	268	0,20
JF2	504	0,15	423	0,20	205	0,16	153	0,18
JF3	292	0,37	128	0,14	102	0,19	104	0,32
JF4	201	0,21	108	0,14	109	0,30	34	0,29
Sub-total	1.169	0,13	798	0,13	1.100	0,16	559	0,12
BO1			60	0,62	126	0,44		
BO2			45	0,31	40	0,35		
Sub-total			105	0,38	166	0,34		
Total	1.169	0,13	903	0,12	1.266	0,14	559	0,12

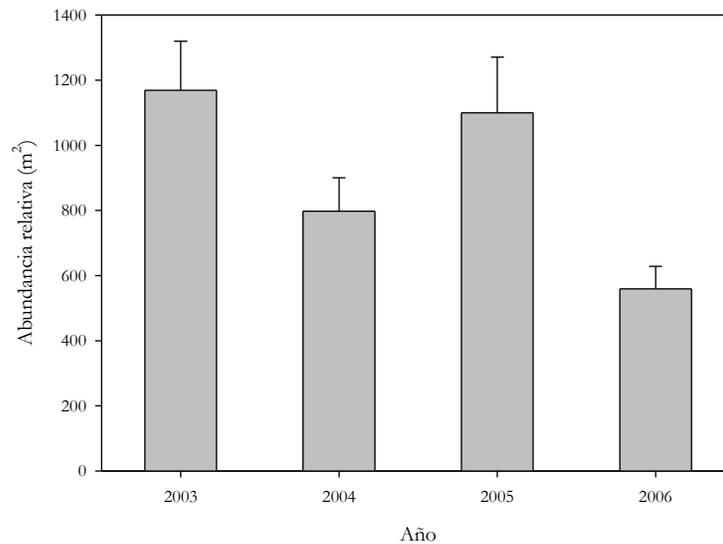


Figura 7. Abundancia relativa, $\hat{\phi}$, correspondiente a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el periodo 2003-2006

Tabla 17. Valores estimados de abundancia, \hat{N} , correspondientes a la fracción desovante de orange roughly presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el periodo 2003-2006. Sub-totales y total corresponden a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.

Año	Año							
	2003		2004		2005		2006	
	\hat{N} ($\times 10^6$ ind)	CV (\hat{N})	\hat{N} ($\times 10^6$ ind)	CV (\hat{N})	\hat{N} ($\times 10^6$ ind)	CV (\hat{N})	\hat{N} ($\times 10^6$ ind)	CV (\hat{N})
JF1	1,5	0,36	1,0	0,41	5,3	0,21	2,0	0,21
JF2	3,8	0,15	3,2	0,19	1,5	0,16	1,2	0,17
JF3	2,0	0,37	0,9	0,13	0,7	0,18	0,7	0,32
JF4	1,4	0,21	0,8	0,13	0,8	0,30	0,2	0,29
Sub-total	8,7	0,13	5,9	0,13	8,3	0,14	4,1	0,13
BO1			0,4	0,59	0,9	0,44		
BO2			0,3	0,32	0,3	0,35		
Sub-total			0,7	0,37	1,2	0,34		
Total	8,7	0,13	6,6	0,12	9,5	1,2	4,1	0,13

Tabla 18. Valores estimados de biomasa, \hat{B} , correspondientes a la fracción desovante de orange roughly presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el periodo 2003-2006. Sub-totales y total corresponden a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.

Monte	Año							
	2003		2004		2005		2006	
	\hat{B} (ton)	CV (\hat{B})						
JF1	2.196	0,36	2.019	0,40	9.590	0,21	3.749	0,20
JF2	7.246	0,15	6.062	0,20	2.847	0,16	2.201	0,18
JF3	4.536	0,37	1.905	0,14	1.531	0,19	1.565	0,32
JF4	2.981	0,21	1.572	0,14	1.586	0,30	492	0,29
Sub-total	16.959	0,13	11.558	0,13	15.554	0,14	8.007	0,12
BO1			927	0,62	1.813	0,44		
BO2			654	0,31	536	0,35		
Sub-total			1.581	0,38	2.349	0,35		
Total	16.959	0,13	13.139	0,12	17.903	0,13	8.007	0,12

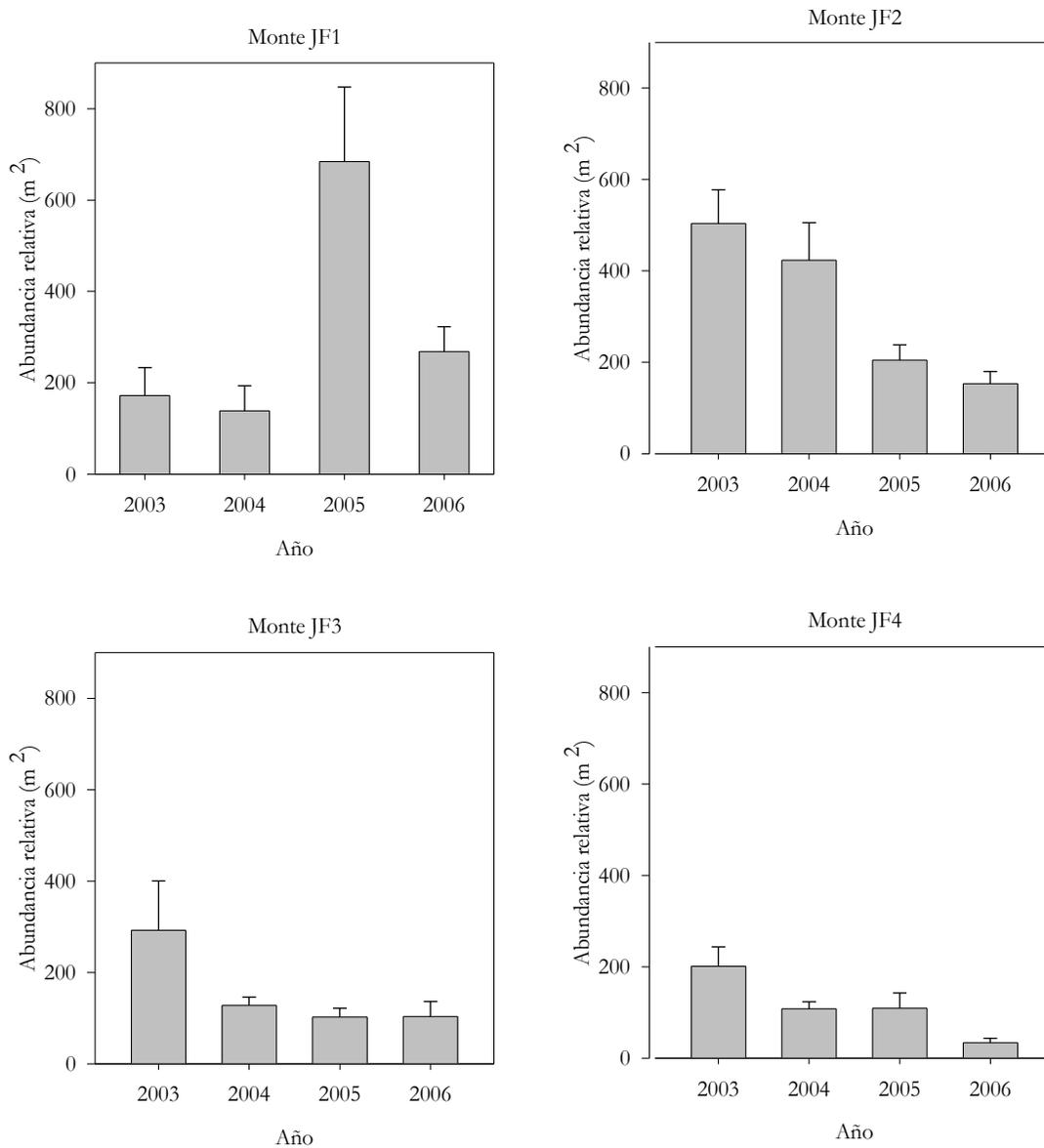


Figura 8. Abundancia relativa, $\hat{\phi}$, desagregada por monte correspondiente a la fracción desovante de orange roughy presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el periodo 2003-2006.

3.2. Alfonsino

3.2.1. Abundancia y biomasa 2006

El coeficiente medio de dispersión por unidad de área (\hat{S}_A) fue estimado en $1.300 \text{ m}^2 \cdot \text{km}^{-2} \pm 250$ (EE) (Tabla 19, Figuras 9, 10, 11 y 12), con un coeficiente de dispersión total (abundancia relativa) de $39.000 \text{ m}^2 \pm 7.200$ (EE). Utilizando la relación de fuerza de blanco de Niklitschek et al. (2007) fue posible estimar un índice de abundancia total para las agregaciones observadas de

24×10⁶ individuos ± 4,3 (EE), equivalente a un índice de biomasa total de 18.000 toneladas ± 4.900 (EE).

3.2.2. Distribución espacial

i) Distribución entre zonas

El área estimada de distribución efectiva del stock de alfonsino presente en el área y período de estudio alcanzó a 29 km², equivalente al 4,7% de los 612 km² prospectados. El monte JF1 concentró la mayor biomasa de las cuatro áreas estudiadas (11.000 ton) y la mayor área de distribución efectiva del recurso (16,9 km²). La menor biomasa estimada (200 ton) correspondió al monte JF4, que mostró también la menor área de distribución efectiva del recurso (0,2 km²). El monte JF1.1 presentó las mayores densidades, con un promedio estimado de 3,4 ind·m⁻² (Tabla 20). Los valores de abundancia y biomasa en esta especie fueron similares a los obtenidos utilizando la relación general de Foote (1987) para peces fisoclistos (Tabla 20), que arrojaron valores 1,01 veces mayores que los obtenidos con la relación de Niklitschek et al. (2007).

Tabla 19. Área prospectada y estimados de la proporción del área ocupada por el stock, $p(S_A > 0)$, del área efectiva del stock ($\hat{\alpha}$), coeficiente medio de dispersión acústica (\hat{S}_A) y abundancia relativa ($\hat{\phi}$) de la fracción poblacional de alfonsino presente en el área y período de estudio, año 2006. Total corresponde a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica.

Monte	Área Prospectada (km ²)	$p(S_A > 0)$	EE $p(S_A > 0)$	$\hat{\alpha}$ (km ²)	EE ($\hat{\alpha}$)	\hat{S}_A ⁶ (m ² ·km ⁻²)	EE (\hat{S}_A)	$\hat{\phi} = \hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$ (m ²)	EE ($\hat{\phi}$)
JF1	364,5	0,046	0,0037	16,9	1,3	1.358	387	22.945	6.766
JF1.1	8,0	0,038	0,018	0,3	0,15	5.548	1.838	1.700	953
JF2	173,4	0,036	0,0049	6,3	0,85	1.016	157	6.411	1.308
JF4	35,9	0,007	0,0053	0,2	0,19	2.047	1.008	510	420
JF6	30,0	0,173	0,025	5,2	0,75	1.426	232	7.398	1.603
Total	612	0,047	0,0051	29	1,77	1.344	254	38.964	7.152

⁶Donde los valores de \hat{S}_A en $m^2 \cdot mn^{-2}$ están transformados a $m^2 \cdot km^{-2}$

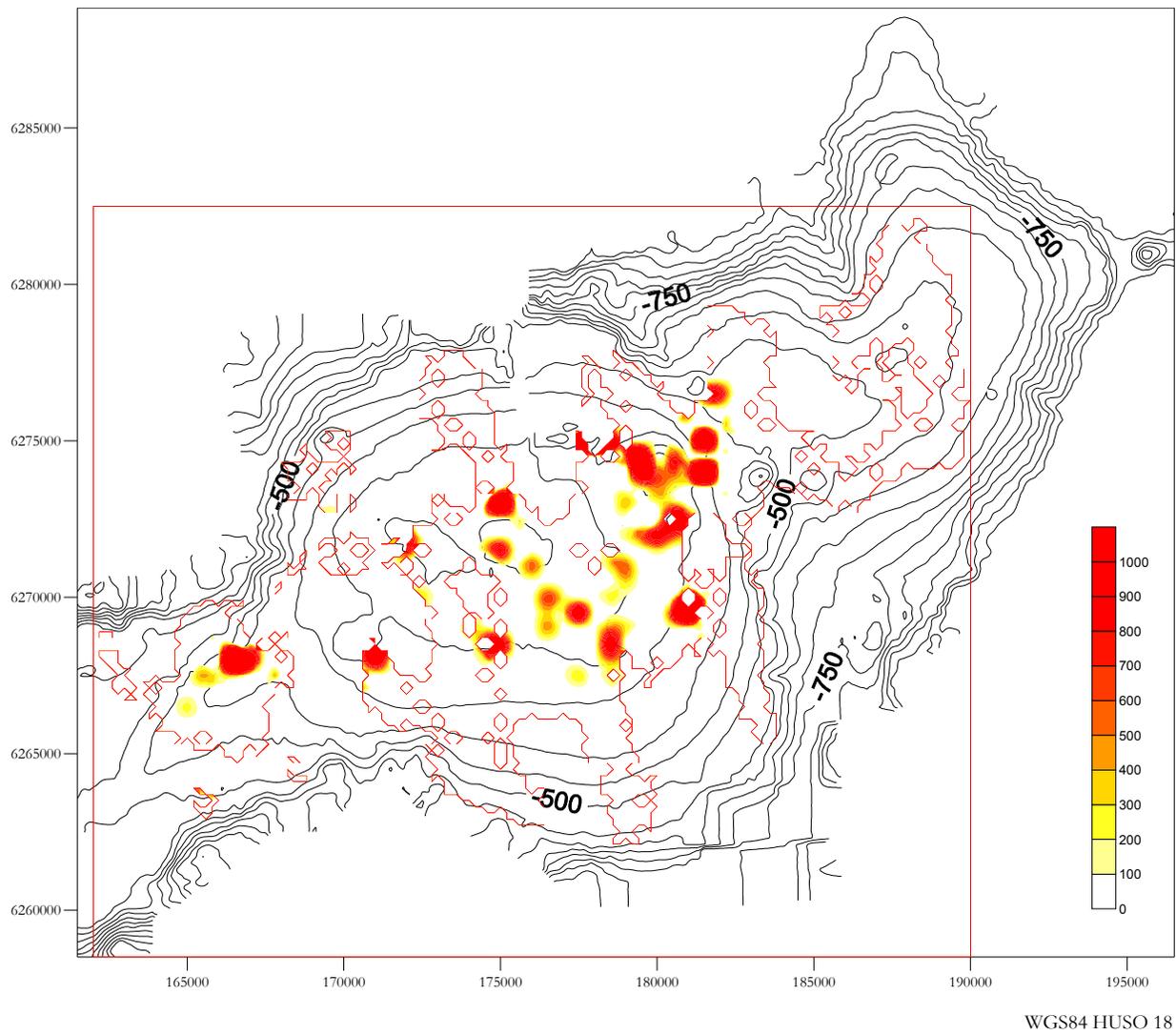


Figura 9. Mapa de distribución de la densidad relativa de alfonsino $m^2 \cdot km^{-2}$ en JF1, año 2006.

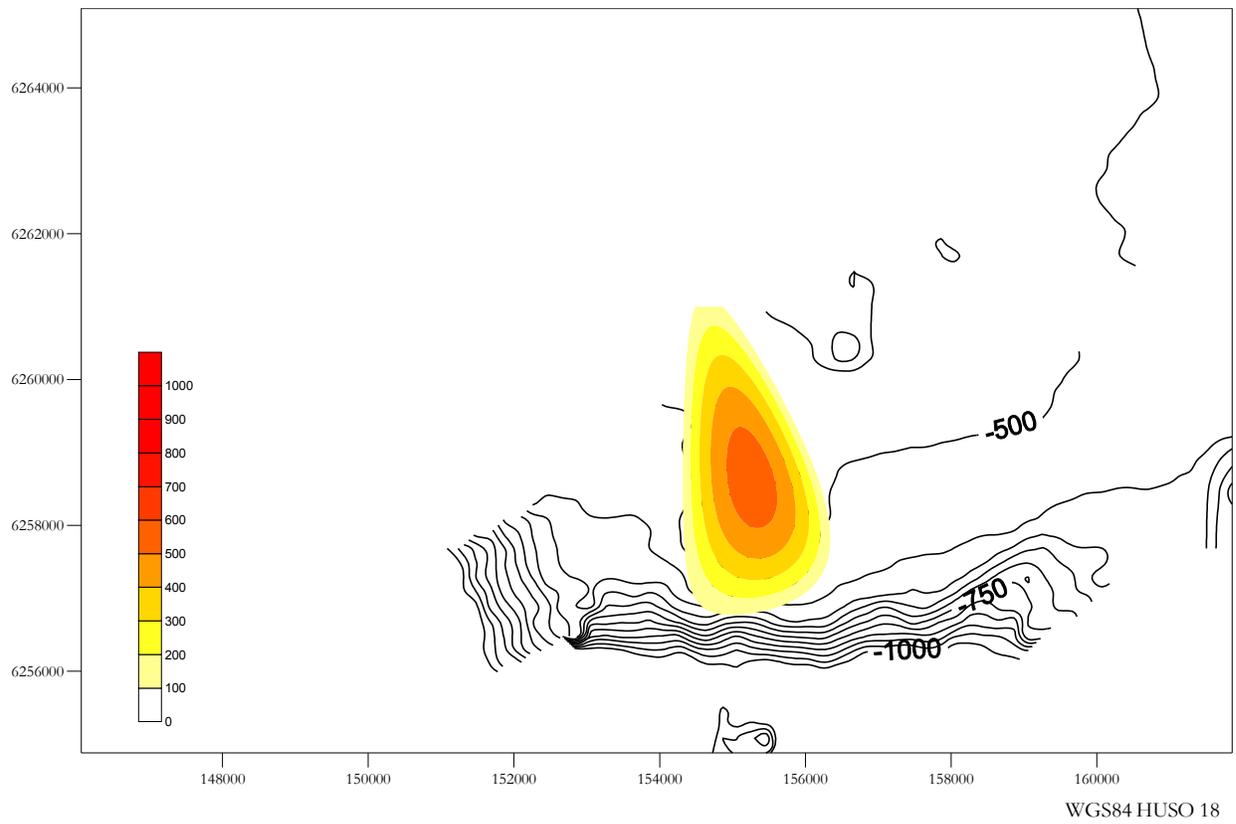


Figura 10. Mapa de distribución de la densidad relativa de alfonsino $m^2 \cdot km^{-2}$ en JF1.1, año 2006.

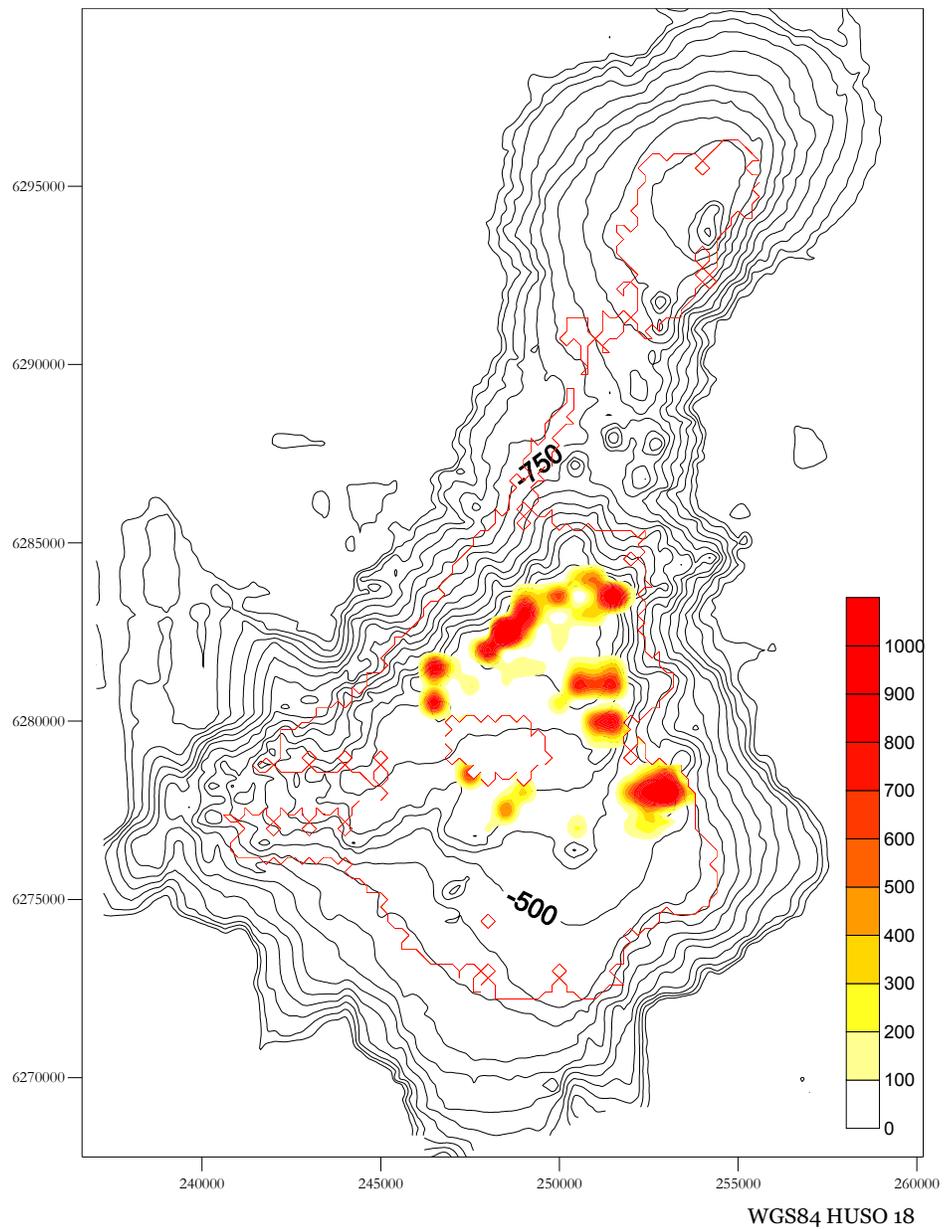


Figura 11. Mapa de distribución de la densidad relativa de alfonsino $m^2 \cdot km^{-2}$ en JF2, año 2006.

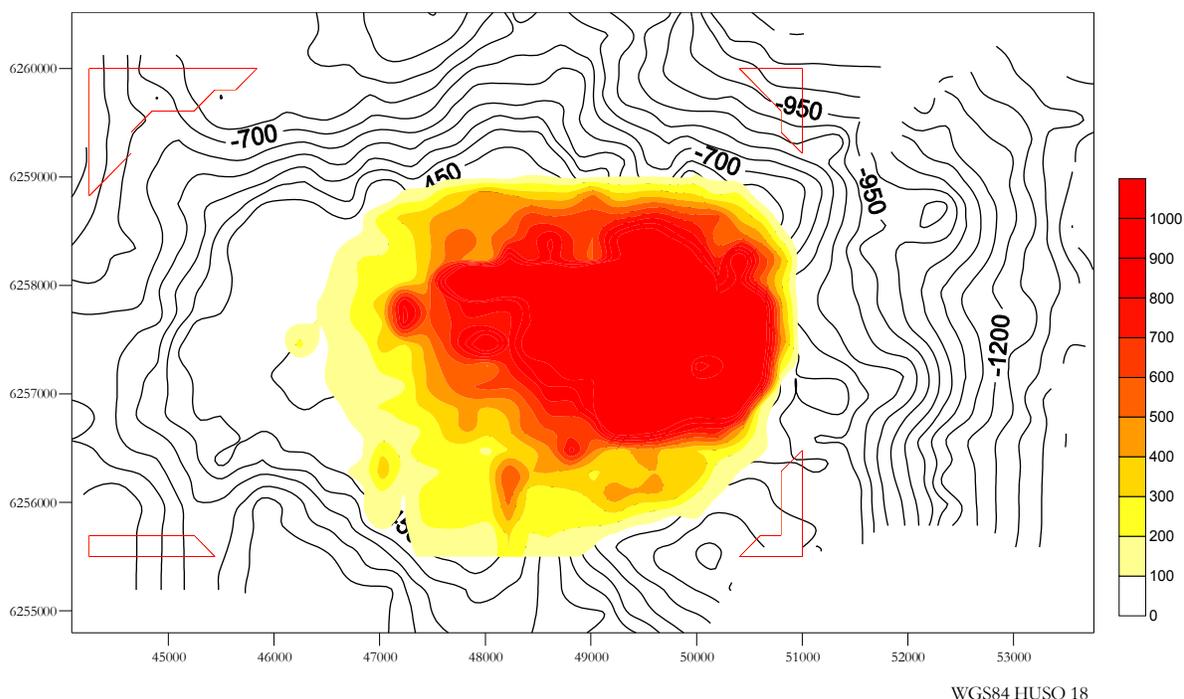


Figura 12. Mapa de distribución de la densidad relativa de alfonsino $m^2 \cdot km^{-2}$ en JF6, año 2006.

Tabla 20. Valores estimados de densidad numérica, \hat{d} , abundancia, \hat{N} , y biomasa, \hat{B} , correspondientes a la fracción poblacional de alfonsino presente en el Archipiélago de Juan Fernández durante el presente estudio, año 2006. Se incluye un segundo estimado de biomasa (referencial) basado en la relación general TS-longitud propuesta por Foote (1987).

Monte	Densidad (ind *m ⁻²) \hat{d}	EE (\hat{d})	Abundancia (×10 ⁶ ind) \hat{N}	EE (\hat{N})	Biomasa (ton) \hat{B}	EE (\hat{B})	CV (\hat{B})	Biomasa referencial (Foote, 1987)
JF1	0,8	0,23	13,2	3,99	10.538	4652	0,44	10.685
JF1.1	3,4	1,1	1,0	0,58	720	407	0,57	730
JF2	0,7	0,10	4,1	0,84	3.112	688	0,22	3.155
JF4	1,2	0,59	0,3	0,25	203	168	0,83	205
JF6	1,0	0,16	5,2	1,13	3352	1418	0,42	3.398
Total	0,8	0,16	24,2	4,3	17.924	4.932	0,28	18.173

ii) Modelamiento geoestadístico

En el caso del alfonsino (Tabla 21) el modelamiento geoestadístico permitió estimar rangos de 0,093 a 1 km para el coeficiente de dispersión por unidad de área (SA) y de 0,11 a 1,5 km para la probabilidad de presencia del stock, $p(SA>0)$. Existió dos zonas donde el modelo no convergió: JF1.1 y JF4. El monte JF1.1 es de pequeño tamaño, mientras que el monte JF4 presentó una baja abundancia del recurso, destacando que la información obtenida para este monte proviene de las prospecciones destinadas a orange roughy.

Tabla 21. Resultados del modelamiento geoestadístico para el coeficiente de dispersión por unidad de área, $\log(\hat{S}_A)$, y la probabilidad de presencia del stock, $\text{logit}[p(\hat{S}_A > 0)]$, correspondientes a alfonsino (n.c. indica la no convergencia del modelo).

Monte	$\log(\hat{S}_A)$			$\text{logit}[p(\hat{S}_A > 0)]$		
	Pepita (m ⁴ · mn ⁴)	Rango (km)	Meseta (m ⁴ · mn ⁴)	Pepita (m ⁴ · mn ⁴)	Rango (km)	Meseta (m ⁴ · mn ⁴)
JF1	1,8 ± 0,62	1,0 ± 0,20	4,7 ± 0,83	2,3 ± 0,30	0,47 ± 0,042	3,4 ± 0,58
JF1.1	n.c.	n.c.	n.c.	0,6 ± 0,10	0,11 ± 0,011	1,7 ± 0,19
JF2	1,0 ± 0,21	0,32 ± 0,089	3,7 ± 0,42	1,8 ± 0,21	0,57 ± 0,045	3,1 ± 0,36
JF4	n.c.	n.c.	n.c.	0,11 ± 0,084	1,5 ± 0,46	2,5 ± 0,27
JF6	4,5 ± 0,44	0,093 ± 0,0052	5,5 ± 0,54	0,9 ± 0,39	1,5 ± 0,28	2,7 ± 0,50

3.3. Análisis comparativo de la abundancia de alfonsino 2005-2006

El presente trabajo constituye apenas la segunda evaluación directa de este recurso en Chile, por lo cual resulta imposible cualquier inferencia acerca de eventuales tendencias interanuales. Sin perjuicio de ello, en el marco del presente proyecto se re-analizó los datos generados en 2005, haciendo ambos años metodológicamente comparables (Tablas 22). Se debe considerar, no obstante, dos diferencias fundamentales: i) ambas evaluaciones fueron ejecutadas en periodos distintos, siendo la primera en julio de 2005 y la segunda en octubre de 2006; y ii) durante 2006 se incorporó dos nuevas áreas de evaluación directa: los montes JF1.1 y JF6.

Al contrastar los resultados 2005 y 2006 se sugiere una mayor abundancia de alfonsino en JF1 durante 2006, lo que podría estar asociado al pulso de juveniles que se evidencia en la distribución de tallas de esta zona. En contraste, el monte JF2 mostró valores significativamente menores en 2006, cuya diferencia excede las capturas acumuladas en la zona y podría reflejar cambios estacionales o interanuales en la disponibilidad del recurso.

3.4. Distribución batimétrica de orange roughy y alfonsino.

i) Relación entre densidad y profundidad.

Al analizar la relación global (todas las zonas) entre densidad acústica corregida⁷ y la profundidad media del stock se observó una clara diferencia en el rango batimétrico de distribución de ambas especies. Orange roughy presentó dos modas (a 650 m y 850 m de profundidad), pero también una tendencia a incrementar la densidad acústica hacia mayores profundidades. El alfonsino, en cambio, mostró un máximo de concentración a los 400 m de profundidad, con algún solapamiento de ambas especies en el rango batimétrico de 550 a 650 m de profundidad (Figura 13).

Un análisis de covarianza permitió identificar efectos significativos de la zona en el patrón de distribución batimétrica de las especies estudiadas (Figuras 14 y 15). Se hace aún más evidente la segregación entre ambas especies, con la excepción del monte JF1, donde se mantiene un leve solapamiento entre 450 y 550 m de profundidad. Los valores máximos de densidad acústica

⁷ Corrección corresponde al producto entre S_A media y proporción de observaciones positivas en cada celda de análisis

corregida para orange roughy correspondieron a los montes JF2 y JF3, en los estratos ubicados entre 650 y 850 m de profundidad. La distribución truncada que sugiere una distribución batimétrica más allá de los 850 m se evidencia, particularmente, en JF2 y JF4.

En alfonsino los valores máximos de densidad acústica corregida fueron observados entre los 350 y 400 m de profundidad, en los montes JF1 y JF6. Considerando el estrato cubierto por la evaluación directa (200-600 m), no se encontró evidencia de distribución truncada que sugiriera un muestreo incompleto de la distribución vertical de esta especie.

Tabla 22. Valores estimados de densidad relativa, $\hat{\phi}$, abundancia, \hat{N} , y biomasa, \hat{B} , correspondientes a la fracción poblacional de alfonsino en los años 2005 y 2006 en el Archipiélago de Juan Fernández. Total corresponde a sumas o medias ponderadas, según corresponda. El número de dígitos significantes excede la precisión de los estimados para facilitar consistencia numérica

Monte	Año							
	2005				2006			
	$\hat{\phi}$ (m ²)	Abundancia (×10 ⁶ ind) \hat{N}	Biomasa (ton) \hat{B}	CV	$\hat{\phi}$ (m ²)	Abundancia (×10 ⁶ ind) \hat{N}	Biomasa (ton) \hat{B}	CV
JF1	17.093	11,6	7.608	0,23	22.945	13,2	10.538	0,44
JF1.1					1.700	1,0	720	0,57
JF2	22.876	10,0	10.646	0,27	6.411	4,1	3.112	0,22
JF4	460	0,3	181	1,03	510	0,3	203	0,83
JF6					7.398	5,2	3352	0,42
Total	40.429	21,9	18.435	0,18	38.964	24,2	17.924	0,28

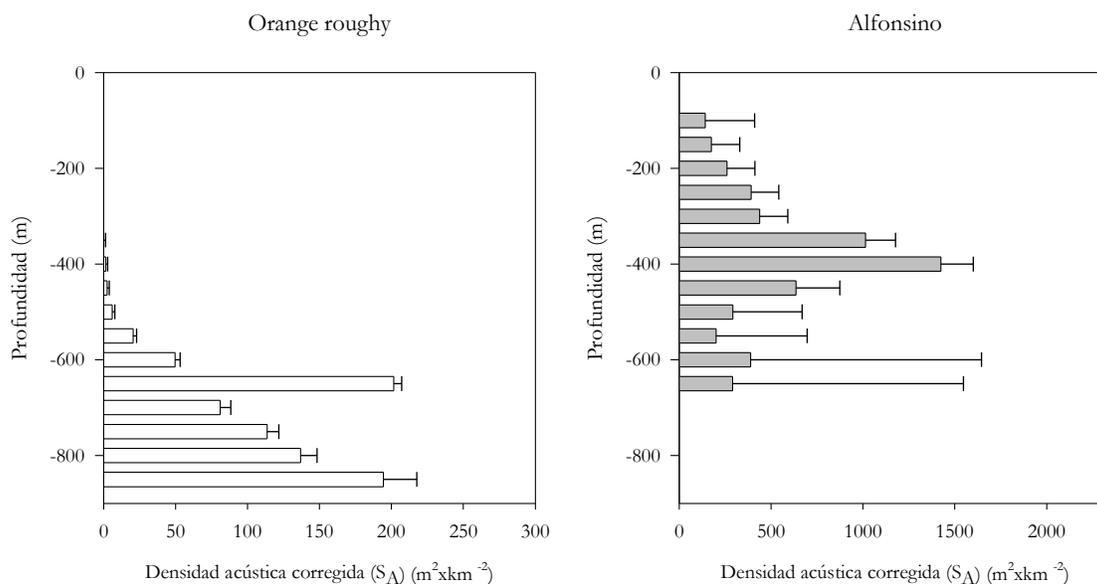


Figura 13. Densidad acústica corregida por la probabilidad de presencia del stock (S_A) (m²·km⁻²) por rango de profundidad de orange roughy y alfonsino, año 2006 (barras blancas= orange roughy; barras grises= alfonsino).

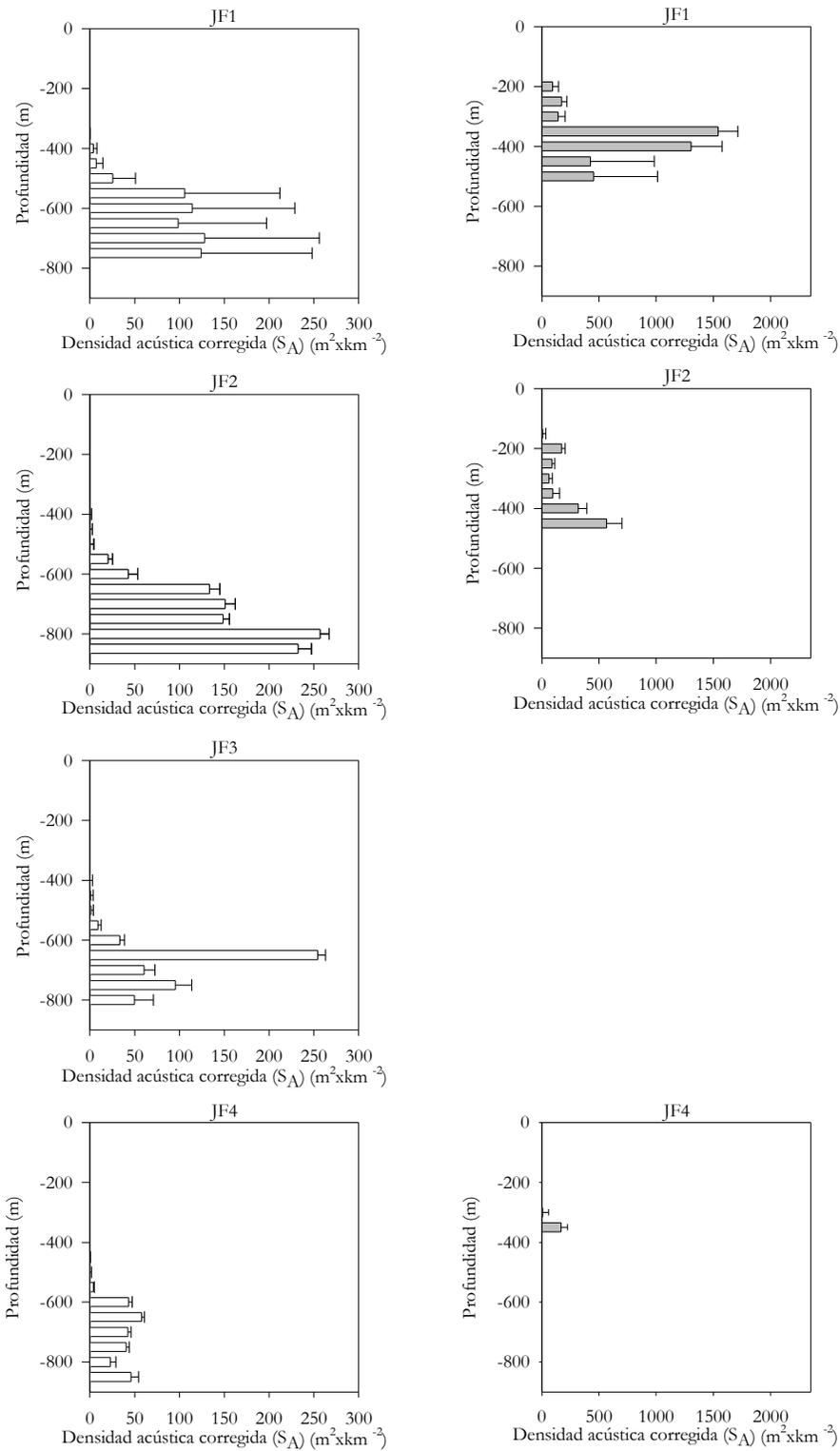


Figura 14. Densidad acústica corregida por la probabilidad de presencia del stock (S_A) ($m^2 \cdot km^{-2}$) por rango de profundidad en los montes submarinos JF1, JF2, JF3 y JF4 para orange roughy y alfonsino (promedios y su EE) (Barras blancas: orange roughy; barras gris:alfonsino).

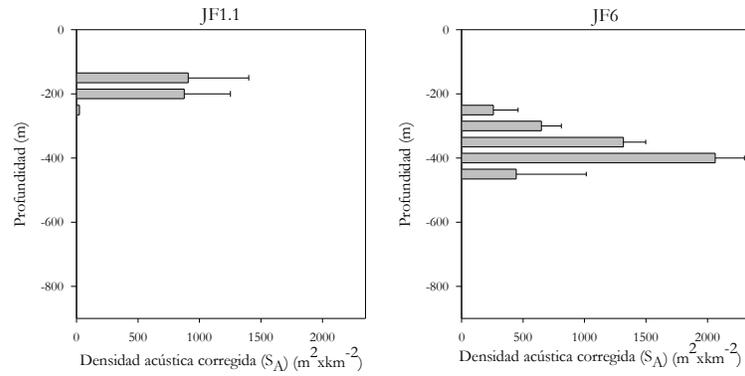


Figura 15. Densidad acústica corregida por la probabilidad de presencia del stock (S_A) ($m^2 \cdot km^{-2}$) por rango de profundidad en los montes submarinos JF1.1 y JF6 para alfonsino (promedios con su error estándar).

4. DISCUSIÓN

El presente estudio representa la cuarta evaluación directa consecutiva del stock de orange roughy de los montes orientales de la zona de Juan Fernández. En este período ha habido importantes avances en el conocimiento del recurso y en el desarrollo de metodologías estandarizadas de post-proceso e interpretación de resultados. La aplicación de las mismas a toda la serie disponible de datos a traído como consecuencia la reducción de sesgos y fuentes de variabilidad asociados al método de análisis, así como también una reducción de escala en el valor absoluto de los estimados. Esto último asociado de manera importante a la eliminación de procedimientos de selección de prospecciones válidas orientadas a compensar por la variable detectabilidad del recurso.

El nuevo enfoque metodológico aplicado reduce notablemente las decisiones del analista, formaliza las restantes y automatiza gran parte de las etapas del post-proceso. Sin embargo, posterga a un plano más secundario la aspiración (poco realista) de proporcionar estimados de abundancia o biomasa absolutos. Se debe, por tanto, destacar la necesidad de entender las evaluaciones proporcionadas en el presente análisis como estimaciones de abundancia relativa y se sugiere evitar la utilización de las mismas como estimados de abundancia absoluta. Si fuera de necesidad para el manejo u otros fines, su utilización como estimados de abundancia o biomasa mínima sería aceptable, habida cuenta de la permanencia de algunas fuentes de incertidumbre, como la relación TS-Talla.

En otras palabras, aun siendo expresados en unidades en número de individuos o biomasa, debe comprenderse que los resultados de la presente evaluación corresponden a una proporción del número absoluto de individuos o biomasa del stock estudiado, definida clásicamente por el coeficiente de proporcionalidad q (Hilborn & Walters, 1992). En el presente trabajo se proponen tres índices derivados de las prospecciones científicas: un índice acústico (ϕ), un índice numérico (IN) y un índice de biomasa (IB). La relación entre estos índices y la abundancia total del correspondiente stock puede ser definida por las siguientes ecuaciones, dada una población estructurada en k intervalos de talla,

$$\phi = q \cdot \sum_{i=1}^k a_i \cdot N_i \cdot \sigma_{sp(i)}$$

donde,

q : coeficiente de proporcionalidad

a_i : disponibilidad de la clase de talla i en el área y periodo de estudio

N_i : número total de individuos de la talla i en el stock

σ_{sp} : coeficiente de dispersión individual para la talla i

$$INR = \frac{\phi}{\hat{\sigma}_{sp}} = q \cdot \sum_{i=1}^k a_i \cdot N_i$$

donde,

q, a_i, N_i : ya definidos

$\hat{\sigma}_{sp}$: coeficiente medio de dispersión individual estimado para la fracción observada del stock

$$IBR = \frac{\phi}{\hat{\sigma}_{sp}} \cdot \hat{w} = q \cdot \sum_{i=1}^k a_i \cdot N_i \cdot w_i$$

donde,

$q, a_i, N_i, \hat{\sigma}_{sp}$: ya definidos

\hat{w} : peso individual promedio estimado para la fracción observada del stock

w_i : peso individual a la talla i

Análisis de la serie histórica de evaluaciones directas de orange roughy 2003-2006

El análisis de la serie 2003-2006 sugiere grandes oscilaciones inter-anales, con una tendencia media que parece descender (Figura 7), aunque no con la magnitud y consistencia inter-anual que sugerían los datos previo a la estandarización metodológica ahora efectuada. La serie de cuatro años es extremadamente corta para definir tendencias con precisión, especialmente dada la variabilidad observada (Tabla 18). Aún bajo estas consideraciones, el año 2006 muestra una reducción aparente del 43% en el índice de abundancia respecto al promedio de los resultados obtenidos en los últimos tres años. Esta situación es preocupante aunque debe ser puesta en la perspectiva del 34% de aumento de los índices de abundancia y biomasa calculados entre 2004 y 2005 y de el desajuste temporal entre desove y evaluación en JF4.

Al analizar los valores y patrones ya expuestos, es fundamental detenerse en el alcance de estos estimados en relación a la población-objetivo. Aunque deseable, la expectativa de utilizar las estimaciones de la serie como aproximaciones a la abundancia absoluta del stock parece poco realista y sugerimos claramente utilizarlas como estimaciones de abundancia relativa. Lo anterior, habida cuenta de los siguientes considerandos:

- Existe una fracción importante y variable del stock que no es detectable acústicamente por encontrarse bajo la zona ciega del ecosonda, que en el área de estudio alcanza un promedio cercano a siete metros sobre el fondo. La existencia de esta fracción se evidencia en el éxito de lances ciegos (“sin marca”) y de prospecciones fallidas, donde no se detecta el recurso, obligando a una estrategia de prospecciones múltiples para evaluar esta especie.

- Existe una fracción importante de la población (juveniles) que no está presente en el área y período de estudio. Más aún, se desconoce la magnitud de la fracción de la población adulta que tampoco está disponible en el área y período de estudio. Esto último, asociado al conocimiento incompleto sobre la distribución espacial de la especie, sobre sus eventuales migraciones reproductivas y, principalmente, sobre la periodicidad del desove que podría no ser anual para un mismo individuo.
- Existe evidencia de que parte importante del recurso podría encontrarse a mayor profundidad que las prospectadas y explotadas hasta ahora en Chile. Mientras que en el océano Indico, la profundidad media de las agregaciones de orange roughy es cercana a 1300 m de profundidad (Niklitschek, com per.), la topografía del área de estudio y el alcance de los equipos utilizados imponen una baja detectabilidad del recurso bajo los 900 m de profundidad en Chile.
- Permanece, asimismo, gran incerteza sobre la dinámica intra-anual de las agregaciones reproductivas. En la primera evaluación efectuada en 2003, se encontró evidencia de múltiples fenómenos de desove dentro de una misma zona y temporada. Esto generó la necesidad de conocer las tasas de recambio del stock evaluado, formulándose tres hipótesis:
 1. Múltiples agregaciones desovantes en una misma temporada y zona, donde cada pulso observado representa una fracción distinta de la población.
 2. Agregación única de desove conformada a través de un proceso gradual de concentración y posterior dispersión de los individuos participantes.
 3. Agregación única de desove que se concentra y dispersa sincronizadamente en la temporada.

Como mostrara Boyer et al. (2003) la aceptación de una u otra de estas hipótesis posee significativos efectos (>200%) sobre las estimaciones de abundancia de orange roughy. En términos prácticos, bajo la hipótesis I, se ha de sumar los resultados de las prospecciones repetidas; bajo la hipótesis II se ha de elegir el estimado mayor, y bajo la hipótesis III se ha de promediar el conjunto de estimados válidos. En los últimos dos años se ha buscado optimizar la relación costo-efectividad de la evaluación directa de orange roughy y alfonsino, a fin de mantener su viabilidad en el tiempo. Esto ha llevado a una progresiva reducción en el esfuerzo de muestreo, especialmente a partir de 2005, que hace inviable obtener estimaciones de abundancia comparables a las obtenidas bajo las hipótesis I y II en 2003 y 2004. En consecuencia, hemos optado por la única serie realmente comparable: aquella que estima la abundancia media del stock adulto durante el período de estudio de una manera equivalente al método empleado bajo la hipótesis III en Boyer et al. (2003).

5. REFERENCIAS

- Arana, P.M. & R. Vega. 2000. Long-line exploratory fishing survey in deep waters around Robinson Crusoe island (Juan Fernandez archipelago), Chile. *Investig. Mar.* 28: 219-230.
- Barr, R. 2001. A design study of an acoustic system suitable for differentiation between orange roughy and other New Zealand deep-water species. *J. Acoust. Soc. Am.*: 164-178.

- Boyer, D., C. Kirchner, M. McCallister, A. Staby & B. Staalesen. 2001. Orange roughy fishery of Namibia: lessons to be learned about manging a developing industry. *S. Afr. J. mar. Sci.* 23: 205-222.
- Boyer, D., E. Niklitschek, I. Hampton, J. Nelson, M. Soule, A. Lafon & H. Boyer. 2003. Evaluación hidroacústica de biomasa de las principales agregaciones reproductivas de orange roughy *Hoplostethus atlanticus* (2003) en los montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández (V Región de Valparaíso). pp. 95, Universidad Austral de Chile/Fisheries Resource Surveys, Cape Town, South Africa.
- Branch, T. 2001. A review of orange roughy *Hoplostethus atlanticus* fisheries, estimation methods, biology and stock structure. *S. Afr. J. mar. Sci.* 23: 181-204.
- Cressie, N.A.C. 1991. *Statistics for Spatial Data*. John Wiley and Sons, Inc., New York. 900 p.
- Doonan, I., B. Bull, A. Dunford, R. Coombs, D.M. Tracey & A. Hart. 2001. Acoustic estimates of the biomass of aggregations of orange roughy in the spawning box and the Northeastern and Eastern hills. Niwa, Chatam Rise.
- Doonan, I., R. Coombs & B. Bull. 2003. Star acoustic surveys of localized fish aggregations. *ICES J. mar.Sci.* 60: 132-146.
- Foote, K.G. 1982. Optimizing cooper spheres for precision calibration of hydroacoustic equipment. *J. Acoust. Soc. Am.* 71: 742-747.
- Foote, K.G. 1987. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *J. Acoust. Soc. Am.* 82: 981-987.
- Gili, R., L. Cid, H. Pool, Z. Young, D.M. Tracey, P. Horn & P. Marriot. 2002. Estudio de edad, crecimiento y mortalidad natural de los recursos orange roughy y alfonsino. Fondo de Investigación Pesquera, Chile, Valparaiso. FIP 2000-12. 129 p.
- Hampton, I. & M. Soule. 2002. Acoustic survey of orange roughy biomass on the north east Chatam Rise. pp. 63, Marine Fisheries Surveys Pty Limited, Nelson, NZ.
- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992. *quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics, and uncertainty*. Chapman & Hall, London. 570 p.
- Honkalehto, T. & T. Ryan. 2003. Analysis of industry acoustic observations of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) spawning aggregations on the Cascade Plateau off southeastern Tasmania in June and July 2003. NMFS-USA, CSIRO-Australia, Hobart, Australia. 38 p.
- Jolly, G.M. & I. Hampton. 1990. A stratified random transect design for acoustic surveys of fish stocks. *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 47: 1282-1291.
- Kloser, R.J., T.E. Ryan, A. Williams & M. Lewis. 2002. Development and application of a combined industry/scientific acoustic survey of orange roughy in the Eastern zone. CSIRO Marine Research, Hobart, Australia. FRDC Project 99/111. 210 p.
- Komatsu, T., I. Mitani, K. Ishida, T. Inagaki & A. Hamano. 2002. Assessment of *Beryx splendens* biomass around the Nakanba Seamount in the Izu Archipelago, Japan, by echosounder. *Fisheries Science* 68(Sup.1): 429-430.

- Lehodey, P., P. Marchal & R. Grandperrin. 1994. Modelling the distribution of alfonsino, *Beryx splendens*, over the seamounts of New Caledonia. *Fish. Bull.* 92: 748-759.
- Niklitschek, E., D. Boyer, A. Lafon, M. Soule, J. Cornejo-Donoso, I. Hampton, E. Hernández, R. Merino, P. Toledo, L.R. Castro, G. Aedo & M. George Nascimento. 2007. Evaluación hidroacústica y TS de alfonsino y orange roughy. FIP 2005-13. Universidad Austral de Chile, Coyhaique. 187 p.
- Niklitschek, E. & R. Roa. 2006. Likelihood-based geostatistical biomass estimation using acoustic data collected by industry vessels in the South West Indian Ocean. pp. 75-79. In: R. Shotton, R. (ed.) Management of demersal fisheries resources of the Southern Indian Ocean, FAO Fisheries, Rome, Italy.
- Niklitschek, E., D. Boyer, R. Merino, I. Hampton, M. Soule, J. Nelson, J. Cornejo, A. Lafon, C. Oyarzún, R. Roa & T. Melo. 2005. Estimación de la biomasa reproductiva de orange roughy en sus principales zonas de concentración, 2004. Universidad Austral de Chile, Valparaíso. FIP 2004-13. 159.
- Niklitschek, E., R.J. Kloser, T.E. Ryan & D. Segura. 2003. Acoustic data from commercial vessels operating in the Chilean orange roughy fishery. Universidad Austral de Chile-CSIRO, Hobart. CT 03-01. 7 p.
- Sawada, K. & N. Williamson. 2003. Matlab(c) coding for Stanton (1982)'s model of transducer motion effects upon directivity integral, *pers. comm.*
- Searle, S.R. 1987. Linear models for unbalanced data. Wiley, New York (USA). 536 p.
- Simmonds, J. & D.N. MacLennan. 2005. Fisheries Acoustics. Theory and Practice, Oxford. 437 p.
- Stanton, T.K. 1982. Effects of transducer motion on echo-integration techniques. *J. Acoust. Soc. Am.* 72: 947-949.
- Whittle, P. 1954. On stationary processes in the plane. *Biometrika* 41: 434-449.
- Young, Z., F. Balbontín, J. Rivera, M. Ortego, R. Tascheri, M. Rojas & S. Lillo. 2000. Estudio biológico pesquero del recurso orange roughy, pp. 73, Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, Chile.
- Young, Z., C. Canales & M. Montecinos. 2004. Investigación CTP orange roughy 2003. pp. 44, Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile.

II. Estimación de la composición de tallas, relación longitud-peso y proporción sexual de las agregaciones de orange roughy y alfonsino presentes en los caladeros estudiados, durante el periodo de evaluación hidroacústica (objetivo específico 3)

Niklitschek, E., Hernández, E., Toledo, P., Herranz, C., Cornejo, J. & A. Lafon.

Universidad Austral de Chile

1. INTRODUCCIÓN.

En la mayoría de las poblaciones pesqueras el promedio de la longitud disminuye progresivamente a medida que la biomasa es reducida por la presión de pesca, lo que ha sido atribuido a la remoción de los individuos más viejos de la población por el arte de pesca. Clark et al (2000), resumen los efectos de la explotación pesquera en poblaciones locales como :

- Contracción del rango geográfico y reducción del tamaño de las áreas de alta densidad de la especie.
- Disminución en la abundancia.
- Cambios en la edad o estructura de talla de la población.
- Disminución de la edad o talla media de madurez.
- Aumento en la tasa de crecimiento individual

Sin embargo, poblaciones de orange roughy de Nueva Zelanda han mostrado ser una excepción a esta tendencia. Tras analizar una serie de tiempo de 19 años, Clark et al. (2000) no encontraron cambios biológicos sustanciales en la estructura de talla, edad media de madurez, ni época de desove, pese a observar una fuerte contracción en la distribución geográfica y biomasa. Los autores explicaron esta situación como resultado de la gran longevidad y baja tasa de crecimiento de la especie, indicando que para este tipo de organismos probablemente se requiere una mayor serie de tiempo para poder discriminar la respuesta de estas poblaciones a la actividad pesquera.

Analizando un caso similar, Francis & Smith (1995) evaluaron la sensibilidad de la longitud promedio como indicador de depleción de la biomasa en orange roughy, contrastándola con la edad y peso promedio del otolito. Considerando, además de los resultados de la simulación, las diferencias en costo de los estudios de edad, el indicador longitud promedio pareció ser adecuado. La probabilidad de detectar el cambio en la estructura de tamaño de las poblaciones aumentaría en la medida que se cuente con más años de muestreo en el análisis y se aumente el número de muestras por cada año.

Las pesquerías de orange roughy y alfonsino, ambas especies consideradas como vulnerables a la sobreexplotación (Francis & Smith, 1995; Branch, 2001; Gili et al., 2002; González et al., 2003), se han desarrollado en Chile recién en los últimos 9 años concitando el interés público y privado debido a su alto valor económico y aparente fragilidad a la actividad pesquera debido a su conducta de formar cardúmenes y lento crecimiento. El desconocimiento de la dinámica del reclutamiento, migraciones y escasos antecedentes sobre mortalidad natural, hacen necesario mantener el seguimiento biológico de las poblaciones explotadas para establecer medidas de manejo.

En esta sección se analiza la composición de tallas, proporción sexual y relación longitud peso de orange roughy y alfonsino, a partir del muestreo biológico realizado en los lances de identificación sobre los contingentes presentes en los cruceros desarrollados entre julio y octubre del 2006, en el marco del proyecto FIP 2006-09. Estas actividades se realizaron en los montes submarinos cercanos al Archipiélago de Juan Fernández denominados JF1, JF1.1, JF2, JF3, JF4, JF5 y JF6.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Áreas y periodo de estudio.

Descritos en página 4 punto 2.1.

2.2. Muestreo biológico.

El muestreo biológico se realizó directamente sobre las capturas, tanto en la operación comercial de los barcos, como durante los lances de identificación efectuados para el logro de los objetivos 1, 2 y 3 de este informe. La información de captura se registró en una bitácora de pesca que detalló fecha, hora, ubicación, profundidad, temperatura de fondo, captura, tipo y dimensiones de la red utilizada, hora efectiva de inicio y término de cada arrastre. Este muestreo fue efectuado en coordinación y con la colaboración del Instituto de Fomento Pesquero, para lo cual se desarrolló un protocolo integrado de muestreo.

En cada lance se muestreó al azar un mínimo de 30 y un máximo de 200 ejemplares de orange roughy o alfonsino de acuerdo a la captura obtenida (Tabla 30), registrando talla, peso, sexo y estado de madurez sexual. Se midió longitud horquilla y longitud estándar de los individuos mediante un ictiómetro (precisión = 1 mm). El peso total y el peso de gónadas de los ejemplares se determinó utilizando balanzas “japonesas”, especialmente diseñadas para el trabajo a bordo, con precisiones de 50 g y 1 g para peso total y peso de gónadas, respectivamente. Los estados de madurez sexual fueron establecidos de acuerdo a la escala de madurez macroscópica definida por Young *et al.* (2000) para orange roughy (Tabla 24) y Lehodey *et al.* (1997) para alfonsino (Tabla 25). Se muestreó un total de 2.049 ejemplares de orange roughy, de los cuales 1.006 fueron hembras y 1.043 fueron machos; de alfonsino se muestreó un total de 2.784 ejemplares, de los cuales 1.513 fueron hembras, 1.247 fueron machos, 6 ejemplares presentaban estado inmaduro y 18 sexo indeterminado. El detalle de la posición, número muestreal obtenidos y la captura total por especie de cada lance se presenta en Tabla 52 (Anexo IV).

2.2.1. Factor de ponderación.

Para las tallas y pesos se estimó un factor de ponderación (FP) proporcional al número de individuos representado por cada lance, siguiendo la relación,

$$FP = \frac{\hat{n}_l}{\sum_{l=1}^L \hat{n}_l}$$

donde,

L : número de lances por zona y año

$$\hat{n}_l : \frac{C_l}{\bar{w}_l}$$

\hat{n}_l : número estimado de individuos en el lance l

C_l : captura de la especie-objetivo en el lance l

\bar{w}_l : peso promedio de los individuos muestreados en el lance l

Tabla 23. Objetivo muestral según tamaño de captura.

Captura	Objetivo muestral (n° de peces)
<5 toneladas	50
5-50 toneladas	100
> 50 toneladas	200

2.2.2. Talla media.

La talla media fue estimada por sexo y zona, utilizando un modelo lineal general de tipo mixto, que consideró las variables aleatorias barco y lance y el factor de ponderación FP. Para fines generales se utilizó y reportó el promedio de la variable no transformada longitud horquilla, mientras que para el cálculo de TS media se utilizó la media del logaritmo base 10 de la longitud estándar.

2.2.3. Composición de tallas.

La proporción de ejemplares de la talla k , P_k , fue ajustada aplicando un factor de ponderación basado en el tamaño relativo de las capturas de cada lance:

$$P_k = \frac{n_{lk}}{n_l} \cdot FP$$

donde,

n_{lk} : número de ejemplares de talla k en el lance l

n_l : número de ejemplares muestreados en el lance l

Las frecuencias de tallas obtenidas a partir de los distintos lances se analizaron y compararon por zona y sexo utilizando un modelo logístico acumulativo multinomial para categorías ordenadas (McGullagh, 1980; Allison, 1999). Este modelo, define un conjunto de J-1 ecuaciones que indican la probabilidad de un individuo de pertenecer a cada una de las J-1 categorías dicotómicas posibles de definir dado J intervalos de talla y puede ser expresado como,

$$\log \left(\frac{F_{ij}}{1 - F_{ij}} \right) = \alpha_i + X \beta$$

donde

F_{ij} : probabilidad de un individuo de pertenecer a la categoría $j=J-1$ o inferior

2.2.4. Proporción sexual.

La proporción sexual para orange roughy y alfonsino fue estimada para cada especie, zona y mes, a través de un modelo lineal general mixto de tipo logístico, definido como,

$$\log_e \frac{P_{sj}}{(1-P_{sj})} = X\beta + Z\mu + e$$

donde,

$$\hat{P}_{sj} = \frac{n_{sj}}{n_{asj}} \cdot FP$$

- n_{asj} : número de ejemplares de ambos sexos en lance j
- n_{sj} : número de ejemplares del sexo s en lance j
- X : matriz de diseño de efectos fijos (especie, zona, mes)
- β : vector de parámetros de los efectos fijos.
- Z : matriz de efectos aleatorios (barco, lance)
- μ : vector de parámetros de los efectos aleatorios, $MVN(0, \mathbf{G})$
- e : vector de errores, $MVN(0, \mathbf{R})$

2.2.5. Relación longitud peso.

La relación longitud-peso fue modelada asumiendo una relación alométrica de crecimiento, definida por:

$$W = a \cdot L^b$$

donde,

W = peso del individuo en (gr)

L = longitud horquilla del individuo (cm)

cuyos parámetros a y b y sus correspondientes errores estándar fueron estimados mediante regresión lineal mixta (Littel *et al.*, 1996) sobre las variables transformadas a escala logarítmica (\log_{10}), esta aproximación permitirá considerar adecuadamente las covarianzas existentes entre peces capturados en un mismo lance y/o en un mismo día, siguiendo la forma:

$$\log_{10}(W) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log_{10} L$$

Tabla 24. Escala macroscópica para determinar el estado de madurez sexual de hembras y machos de orange roughy.(Young *et al.*, 2000)

Estado	Denominación	Aspecto macroscópico hembras	Aspecto macroscópico machos
1	Inmaduro	Ovario pequeño ligeramente cilíndrico en un corte transversal, paredes muy delgadas, consistencia firme, color rosado pálido o rosado translúcido, ovocitos no visibles a simple vista; corresponde a ovarios en estado virginal o inmaduros.	Testículo pequeño, forma de cinta o aplanado en un corte transversal; color rosado claro, translúcido o ligeramente blanquecino. Incluye a machos que nunca se han reproducido y/o a machos inmaduros.
2	En maduración	Ovario de tamaño mediano, ocupa menos de un cuarto de la cavidad abdominal, color de anaranjado pálido a anaranjado, ovocitos visibles a contraluz, como manchas anaranjadas (diámetro hasta de 1 mm); interior de aspecto granuloso.	Testículo de tamaño mediano; color grisáceo o bien blanquecino; al presionarlo no sale fluido seminal.
3	Maduro	Ovario grande, ocupa menos de la mitad de la cavidad abdominal; ovocitos de color anaranjado, de gran diámetro, desde 1 mm hasta 1,8 mm. Al final de este estadio el ovario presenta un aspecto moteado debido a la presencia de ovocitos hialinos (claros)	Testículo grande; color blanquecino; lóbulos en formación; al presionar el testículo sale fluido seminal viscoso, color blanco grisáceo.
4	En desove	Ovario grande, de paredes delgadas que se rompen con facilidad; ocupa más de la mitad de la cavidad abdominal; turgente, ovocitos en su mayoría hialinos (claros), de más de 1,8 mm, pudiendo presentarse algunos ovocitos anaranjados. Los ovocitos fluyen libremente cuando se aplica una pequeña presión en el abdomen.	Testículo grande, ocupa gran parte de la cavidad del cuerpo; con grandes lóbulos que se rompen con facilidad; de color blanco a amarillo marfil; el líquido seminal de color blanco fluye libremente cuando se aplica una pequeña presión en el abdomen o en el testículo.
5	Desovado y en regresión	Ovario flácido; tamaño relativamente pequeño o mediano; ocupa un cuarto de la cavidad abdominal; persiste una moda de ovocitos de hasta 0,6 mm de diámetro; puede presentar algunos ovocitos hialinos residuales. En una etapa más avanzada, presenta paredes engrosadas, con la parte central del ovario (lumen) vacía, color rosado a anaranjado pálido. En esta etapa el ovario se recupera para iniciar un nuevo ciclo.	Incluye a machos que ya se han reproducido y el testículo se recupera para iniciar un nuevo ciclo. Testículo de tamaño mediano; color gris, presenta lóbulos de pequeño tamaño, con algo de líquido seminal. Al avanzar la regresión, no se observan los lóbulos y su tamaño es pequeño, aplanado. Color gris, con tonos café claro; en esta etapa no fluye líquido seminal. Consistencia dura.

Tabla 25. Descripción de estados de madurez sexual de alfonsino, de acuerdo a escala macroscópica de Lehodey *et al.* (1997).

Estado	Aspecto macroscópico hembras	Aspecto macroscópico machos
1	Inmaduro; es difícil discriminar sexo	Inmaduro; es difícil discriminar sexo
2	Ovario pequeño; translúcido; de color rojizo debido a la gran vascularización	Testículos pequeños; elongados; color blanquecino a rosado.
3	Ovarios más grandes; color anaranjado; ovocitos visibles a ojo desnudo	Testículos más grandes; aún aplanados, color blanquecino
4	Ovarios bien desarrollados; color anaranjado; membrana transparente, ovocitos visibles	Testículos más gruesos, bien desarrollados; color blanquecino pero no emite semen
5	Los ovarios ocupan la mitad de la cavidad corporal; color anaranjado, ovocitos visibles; paredes delgadas y granulares	Como el estado anterior, pero más grandes
6	En desove; los ovocitos fluyen libremente cuando se aplica presión	Testículos llenan más de la mitad de la cavidad corporal; el líquido seminal fluye libremente cuando se presiona el abdomen
7	Desovado; ovarios flácidos y sanguinolentos	Testículos sanguinolentos; no emite semen

2.3. Selectividad de las artes empleadas en las pesquerías de alfonsino y orange roughy.

1. *Selectividad de las redes empleadas en la evaluación hidroacústica de orange roughy y alfonsino, año 2006.*

Para evaluar la selectividad de las artes de muestreo empleadas en 2006 (Tabla 4) se utilizó un cubre-copo interior, de luz de malla de 10 mm. En alfonsino, se efectuó un total de 11 lances con cubre-copo, distribuidos aleatoriamente dentro de los 18 días de prospección de este recurso. En orange roughy, la ruptura del aparejo limitó el número de lances con cubre-copo a un total de nueve, distribuidos en las dos primeras mareas del proyecto. Se comparó la distribución de frecuencias de talla entre lances con y sin cubre-copo, utilizando un modelo logístico acumulativo multinomial para categorías ordenadas (McGullagh, 1980; Allison, 1999). Este modelo ajusta un conjunto de J-1 ecuaciones que indican la probabilidad de un individuo de pertenecer a cada una de las J-1 categorías dicotómicas posibles de definir dado J intervalos de talla. El modelo lineal general de tipo mixto correspondió a,

$$\log\left(\frac{F_{ij}}{1-F_{ij}}\right) = \alpha_i + \mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}\mu + \epsilon$$

donde

F_{ij} : probabilidad de un individuo de pertenecer a la categoría j o inferior

α_i : vector de parámetros (interceptos) correspondientes a cada una de las i ecuaciones.

\mathbf{X} : matriz de efectos fijos (presencia/ausencia de copo)

β : vector de parámetros de los efectos fijos

\mathbf{Z} : matriz de efectos aleatorios (barco, zona)

μ : vector de parámetros de los efectos aleatorios $\sim N(0,G)$

ϵ : vector de errores del modelo $\sim \text{binomial}(0,R)$

2. *Análisis comparativo de la selectividad relativa de las redes empleadas en la pesca comercial de orange roughy y alfonsino 2002-2006*

Utilizando una aproximación metodológica equivalente a la empleada en el análisis de selectividad (absoluta) de las artes de muestreo del año 2006, se efectuó un análisis comparativo de la selectividad relativa de los modelos de redes empleadas por la flota comercial de orange roughy y alfonsino entre 2002 y 2006 (base de datos de la Universidad Austral de Chile (Tablas 26 y 27). La matriz de efectos fijos contempló la variable categórica tipo de red, mientras que la matriz de efectos aleatorios incluyó las variable zona dentro de año. Al existir un único efecto fijo (tipo de barco), se genera un estimador único $\hat{\beta}_k$ para el efecto de cada modelo de red k , el que puede ser interpretado directamente como un índice de selectividad relativa respecto de un modelo de red

seleccionado arbitrariamente como “red patrón” con $\hat{\beta}_k = \mathbf{0}$. En esta aplicación elegimos como red patrón aquella de mayor selectividad relativa.

Para evitar la confusión entre las variables código de barco y modelo de red, sólo fue posible comparar aquellos modelos de red que fueron utilizadas por más de un barco para la misma especie, reduciendo el número de redes comparables a tres en orange roughly (Arrow, Casanova, Nova 118) y cuatro en alfonsino (Arrow, Casanova, Nova 118 y Carmen 117).

Tabla 26. Número de lances con captura de alfonsino, por embarcación y tipo de red.

Modelo de red	Embarcación				
	A	B	C	D	E
Alberto 144	19				
Arrow		5	1		
Carmen 117			5		
Casanova		36		39	
Champion					1
Nova 118			25		

Tabla 27. Número de lances con captura de orange roughly, por embarcación y tipo de red.

Modelo de red	Embarcación					
	A	B	C	D	E	F
Alberto 144		170				
Arrow			152	2	50	3
Casanova			24	39		
Champion	74					
Nova 118					15	9
Oro champion	8					

3. RESULTADOS

3.1. Composición de tallas y proporción sexual en orange roughy.

i) Talla media.

Los resultados indicaron la evidencia de efectos significativos ($P < 0.001$) de las variables sexo y zona sobre la talla media de los ejemplares de orange roughy. El análisis mostró que las hembras alcanzaron una talla media de $45,6 \text{ cm} \pm 0,16$ (EE) que resultó ser mayor que la de los machos $41,6 \text{ cm} \pm 0,17$ (EE) (Tabla 28).

Al considerar las diferencias de talla entre las distintas zonas, se encontró que existen dos grupos diferenciables, el formado por las zonas JF1 y JF2 y el formado por las zonas JF3 y JF4. Este último mostró una mayor talla media (Tabla 28).

Tabla 28. Talla media estimada de orange roughy ($\text{cm} \pm \text{EE}$) para cada monte y sexo en el área y periodo de estudio. Se incluye estimaciones agregadas para todos los sexos dentro de montes y todos los montes dentro de sexo.

Zona	Machos	Hembras	Agregado por monte
JF1	$41,2 \pm 0,15$	$45,0 \pm 0,19$	$42,7 \pm 0,18$
JF2	$40,4 \pm 0,47$	$44,5 \pm 0,37$	$42,5 \pm 0,32$
JF3	$42,5 \pm 0,21$	$47,1 \pm 0,22$	$44,8 \pm 0,21$
JF4	$42,6 \pm 0,57$	$46,2 \pm 0,28$	$44,4 \pm 0,37$
Agregado por sexo	$41,6 \pm 0,17$	$45,6 \pm 0,16$	

ii) Distribución de tallas.

Se identificó efectos significativos de las variables sexo y zona sobre la estructura de tallas de orange roughy en el área de estudio (Tabla 29, Figura 16). Una comparación pareada de las estructuras de tallas, dentro de sexo, entre zonas mostró que existen, al igual que en el caso de la talla media, dos grupos diferenciables JF1, JF2 y JF3, JF4, aunque en el caso de las hembras el grupo JF3, JF4 está menos ligado.

iii) Proporción sexual.

La proporción de hembras fue disímil para todos los montes, encontrándose un mayor porcentaje de hembras en los montes JF2 y JF4, mientras que en los montes JF1 y JF3 predominaron los machos (Tabla 30). En esta pesquería es frecuente observar capturas dominadas casi exclusivamente por machos (incluso $>90\%$), las que tienden a ocurrir antes y después del desove.

Tabla 29. Proporción de tallas en el conjunto de capturas de orange roughy muestreadas durante el periodo de estudio por monte.

Talla (cm)	Machos				Hembras			
	Monte				Monte			
	JF1	JF2	JF3	JF4	JF1	JF2	JF3	JF4
30	0,00077	0,00041	0,00028	0,00035	0,00014	0,00007	0,00003	0,00006
31	0,00031	0,00016	0,00011	0,00014	0,00006	0,00003	0,00001	0,00002
33	0,00113	0,0006	0,00041	0,00052	0,00021	0,00011	0,00005	0,00009
34	0,00594	0,00314	0,00218	0,00272	0,00111	0,00056	0,00025	0,00045
35	0,01932	0,01033	0,00721	0,00896	0,00367	0,00186	0,00084	0,0015
36	0,03596	0,01974	0,0139	0,0172	0,00716	0,00365	0,00165	0,00293
37	0,0557	0,03199	0,02289	0,02807	0,01201	0,00619	0,00281	0,00498
38	0,08953	0,05535	0,04071	0,04915	0,02206	0,01156	0,0053	0,00934
39	0,14227	0,09956	0,07695	0,09031	0,04434	0,02403	0,01123	0,01954
40	0,14166	0,11656	0,09674	0,10894	0,06123	0,03505	0,01694	0,02885
41	0,12685	0,12321	0,111	0,1191	0,07909	0,04881	0,02477	0,04087
42	0,1193	0,13671	0,13517	0,13717	0,11192	0,07693	0,0421	0,06608
43	0,09512	0,12735	0,13902	0,1328	0,13797	0,11021	0,06785	0,09842
44	0,06047	0,09134	0,10862	0,09839	0,12879	0,12231	0,08805	0,11473
45	0,03906	0,064	0,08108	0,07058	0,11146	0,12538	0,10817	0,12411
46	0,02391	0,04132	0,0547	0,0463	0,08419	0,10993	0,11444	0,11467
47	0,01399	0,02499	0,03403	0,02829	0,05659	0,08286	0,10201	0,09032
48	0,01058	0,0193	0,02679	0,022	0,04708	0,07534	0,10773	0,08521
49	0,00693	0,01285	0,01809	0,01472	0,03313	0,05696	0,09311	0,06646
50	0,00531	0,00995	0,01414	0,01143	0,0267	0,04851	0,08886	0,05806
51	0,00313	0,00592	0,00847	0,00682	0,01634	0,03092	0,06197	0,03773
52	0,00142	0,00269	0,00387	0,00311	0,00755	0,01462	0,03092	0,01805
53	0,00076	0,00144	0,00207	0,00166	0,00406	0,00795	0,01726	0,00986
54	0,0002	0,00037	0,00054	0,00043	0,00106	0,00208	0,00457	0,00259
55	0,00025	0,00047	0,00068	0,00054	0,00134	0,00264	0,00584	0,00329
56	0,00005	0,00009	0,00014	0,00011	0,00027	0,00053	0,00118	0,00066

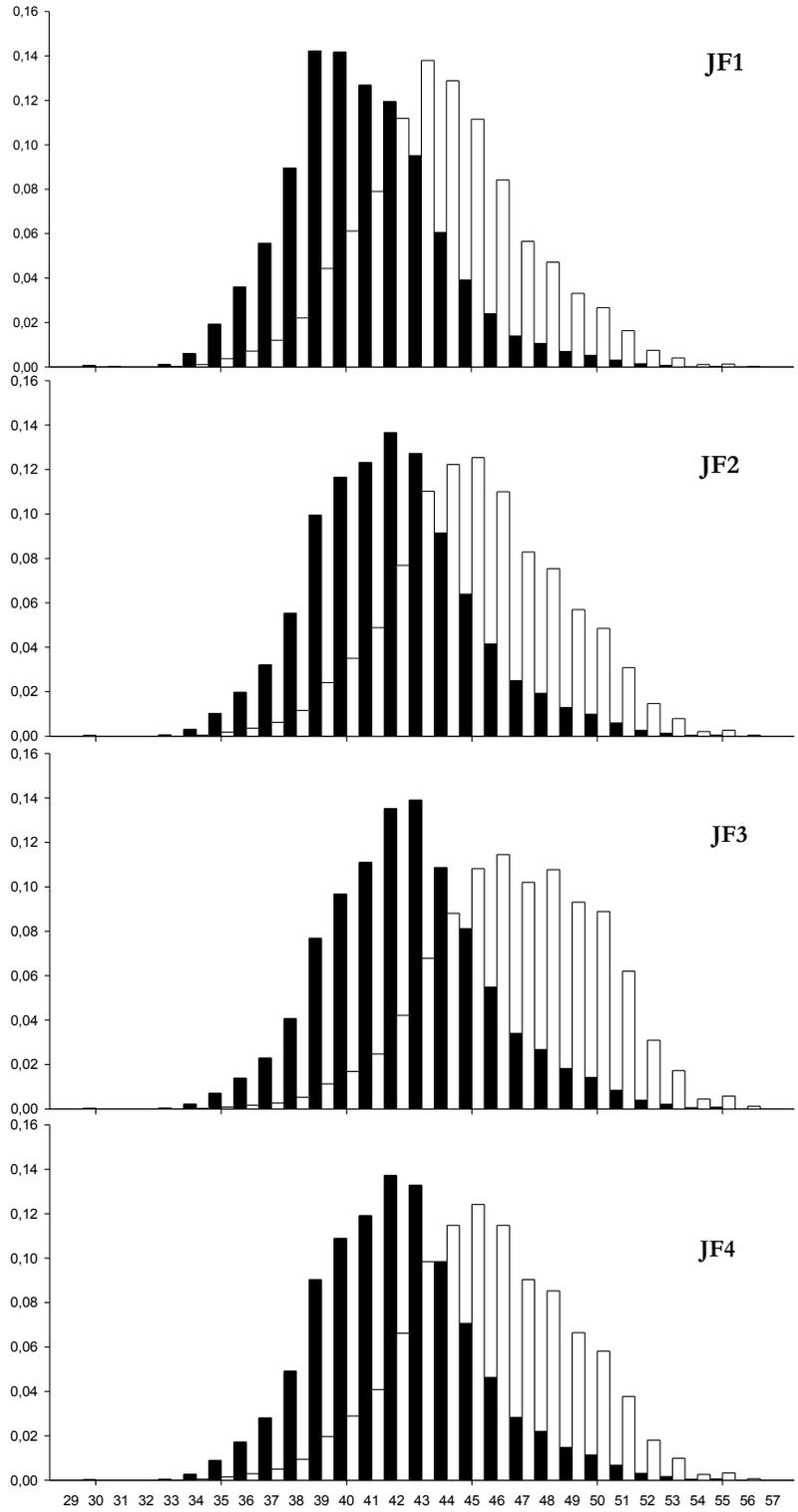


Figura 16. Distribución de tallas de orange roughy en el área y periodo de estudio. En barras negras se muestran los machos y en barras blancas las hembras.

Tabla 30. Proporción de hembras en el conjunto de capturas de orange roughy muestreadas durante el periodo de estudio por monte.

Zona	Proporción de hembras	EE
JF1	0,39	0,02
JF2	0,66	0,03
JF3	0,48	0,02
JF4	0,80	0,03

iv) *Relación longitud-peso.*

La relación longitud-peso se estimó agregando todas las zonas, todos los meses y asumiendo una distribución normal de los datos. Se observó una pequeña diferencia en el intercepto y pendiente de machos y hembras (Figura 17).

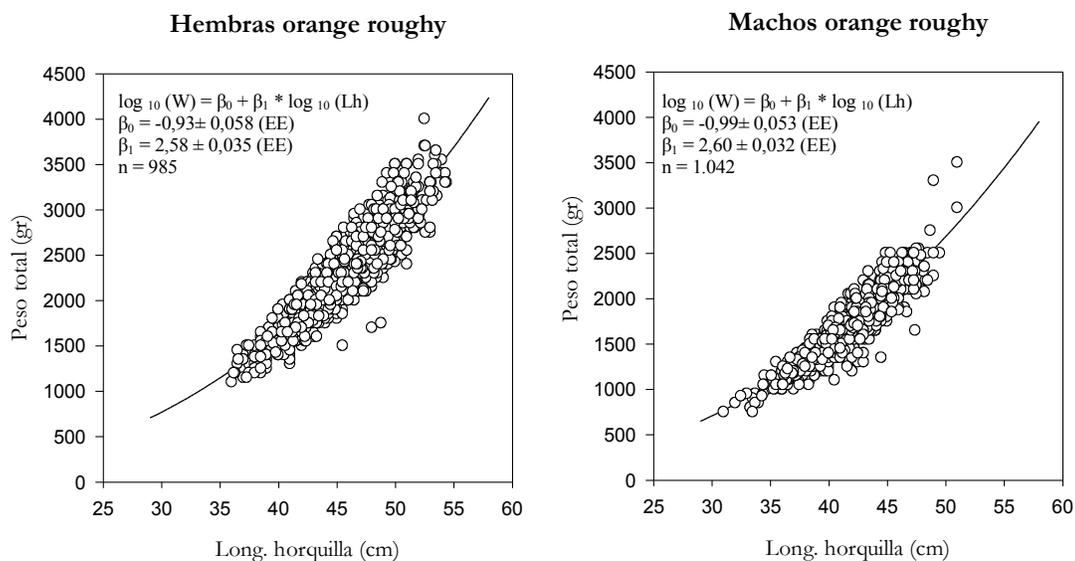


Figura 17. Relación longitud-peso de hembras y machos de orange roughy, agregadas por zona y mes. La línea continua corresponde al modelo ajustado, el texto inserto indica los valores estimados del modelo.

3.2. Composición de tallas y proporción sexual en alfonsino.

v) *Talla media.*

No se identificó diferencias significativas en la talla media de alfonsino entre los distintos montes, a excepción de JF1.1 y JF2 ($P < 0,05$). La talla promedio de las hembras fue de $33 \text{ cm} \pm 1,2$ (EE) y superó la talla promedio de los machos que fue de $31,3 \text{ cm} \pm 0,70$ (EE), esto fue particularmente evidente en el monte JF1 donde la diferencia de tallas llegó a los 2,4 cm (Tabla 31).

Tabla 31. Talla media de alfonsino⁸ estimada (cm ± EE) para cada monte y sexo del área de estudio. Se incluye estimaciones agregadas para todos los sexos dentro de montes y todos los montes dentro de sexo.

Zona	Machos	Hembras	Agregado por Monte
JF1	29 ± 3.1	32 ± 3,1	31 ± 2,7
JF1.1	28,9 ± 0,79	29,8 ± 0,79	29± 1,8
JF2	32,2 ± 0,86	33,8 ± 0,86	33± 1,1
JF6	30 ± 3,6	31 ± 3,6	31± 2,6
Agregado por sexo	31,3± 0,70	33 ± 1,2	

vi) Estructura de tallas.

Consistentemente con las diferencias entre las tallas medias, la estructura de tallas mostró efectos significativos de las variables zona y sexo ($p < 0,01$; Tabla 32). Una comparación pareada entre zonas indicó que la estructura de tallas fue significativamente distinta entre todas las zonas ($p < 0,01$), a excepción de JF1 y JF6. Al considerar las zonas dentro de los sexos todas presentaron diferencias significativas. (Figura 18).

vii) Proporción sexual.

La proporción de hembras de alfonsino en las capturas efectuadas en la zona de estudio fue cercana al 50% en la mayoría de los montes submarinos. Excepción a lo anterior fue el monte JF6, donde se observó una significativa predominancia de machos (Tabla 33).

Tabla 32. Proporción de tallas en el conjunto de capturas de alfonsino muestreadas durante el período de estudio por monte.

Talla (cm)	Machos				Hembras			
	Monte				Monte			
	JF1	JF1.1	JF2	JF6	JF1	JF1.1	JF2	JF6
18	0,00069	0,00072	0,00019	0,00034	0,00018	0,00057	0,0001	0,00033
19	0,00559	0,00585	0,00155	0,00273	0,00144	0,00461	0,00085	0,00266
20	0,05821	0,06072	0,01689	0,02941	0,01576	0,04853	0,00938	0,02862
21	0,10663	0,11038	0,03516	0,05887	0,03292	0,09156	0,01999	0,05742
22	0,04402	0,04525	0,01639	0,02641	0,0154	0,03884	0,00954	0,02582
23	0,03439	0,03523	0,0137	0,02159	0,0129	0,03079	0,00808	0,02114
24	0,04462	0,04554	0,01906	0,02935	0,01799	0,04053	0,01142	0,02877
25	0,02926	0,02976	0,01337	0,02012	0,01265	0,02695	0,00814	0,01975
26	0,01548	0,01571	0,00738	0,01094	0,00699	0,01437	0,00453	0,01075
27	0,04683	0,0474	0,02373	0,03442	0,02252	0,04401	0,0148	0,03386

⁸Excluye individuos inmaduros

Talla (cm)	Machos			
	Monte			
	JF1	JF1.1	JF2	JF6
28	0,07075	0,07122	0,0404	0,05609
29	0,05066	0,05072	0,03296	0,04355
30	0,05369	0,0535	0,03938	0,04962
31	0,07377	0,07308	0,06335	0,07478
32	0,08396	0,08258	0,0893	0,09602
33	0,05362	0,05242	0,06994	0,06849
34	0,04586	0,04463	0,07041	0,06373
35	0,03907	0,03788	0,06973	0,05852
36	0,03206	0,03098	0,0655	0,05124
37	0,02885	0,0278	0,06672	0,04883
38	0,02255	0,02168	0,05824	0,04011
39	0,01734	0,01664	0,04901	0,03208
40	0,01415	0,01356	0,04309	0,02703
41	0,01144	0,01096	0,0371	0,02244
42	0,00752	0,0072	0,02558	0,01505
43	0,00485	0,00464	0,01702	0,00982
44	0,00196	0,00187	0,00698	0,00399
45	0,0014	0,00134	0,00505	0,00287
46	0,00052	0,0005	0,00189	0,00107
47	0,00017	0,00017	0,00063	0,00035

	Hembras			
	Monte			
	JF1	JF1.1	JF2	JF6
	0,03852	0,06799	0,026	0,05532
	0,03158	0,04984	0,02198	0,04308
	0,03792	0,05389	0,02723	0,04921
	0,06145	0,07593	0,04619	0,07443
	0,08755	0,08918	0,07059	0,09603
	0,06934	0,05856	0,06035	0,06882
	0,0705	0,05111	0,06587	0,06428
	0,07052	0,04432	0,07094	0,05923
	0,06689	0,03691	0,07252	0,05203
	0,06877	0,03364	0,08052	0,04972
	0,06058	0,02658	0,07653	0,04095
	0,05138	0,02061	0,06948	0,03282
	0,04547	0,01693	0,06536	0,02769
	0,03938	0,01377	0,05981	0,02303
	0,02728	0,00909	0,0433	0,01546
	0,01821	0,00588	0,0298	0,0101
	0,00748	0,00237	0,01246	0,0041
	0,00541	0,0017	0,0091	0,00295
	0,00202	0,00063	0,00342	0,0011
	0,00067	0,00021	0,00114	0,00037

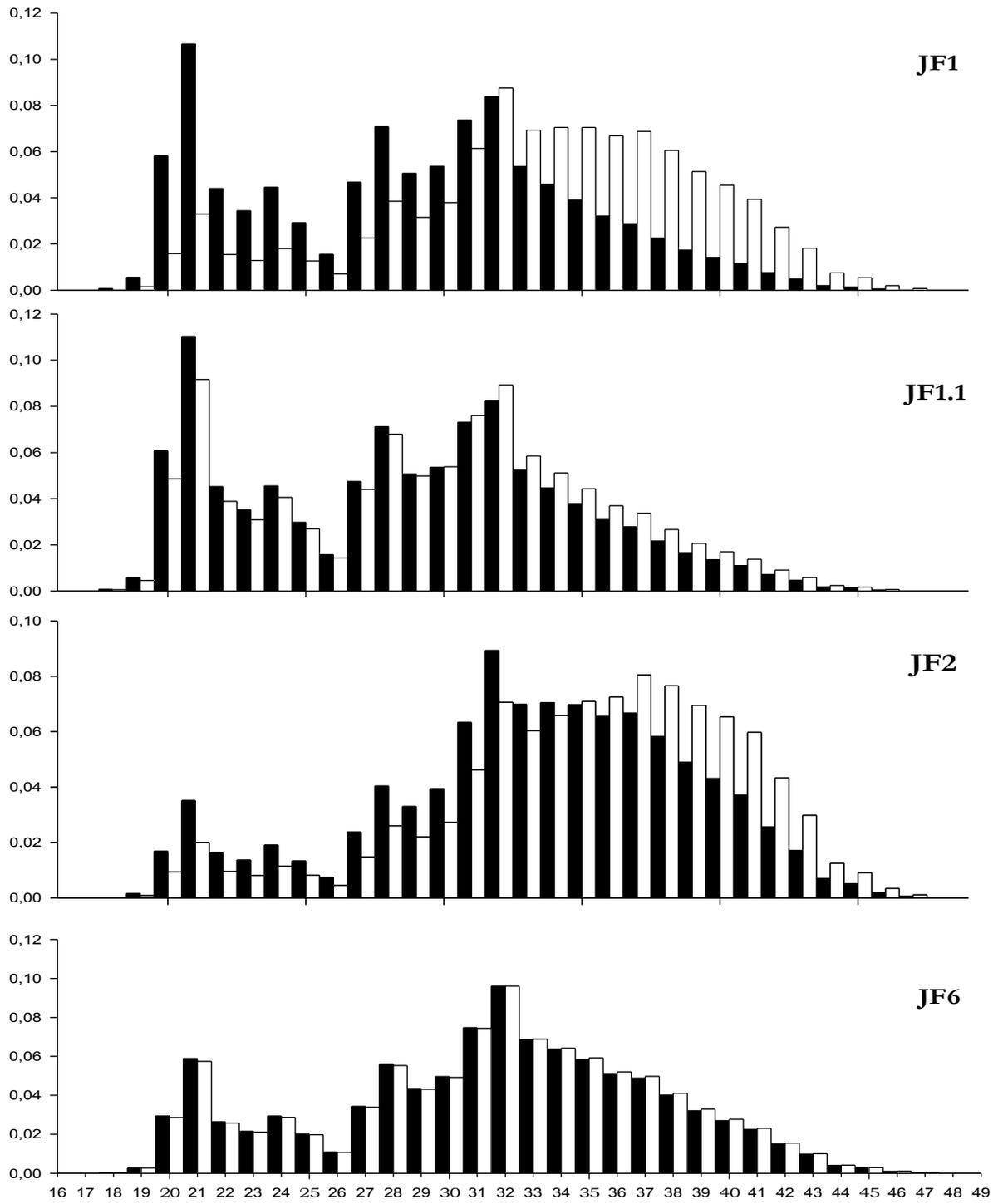


Figura 18. Distribución de tallas de alfonsino en el área y periodo de estudio. En barras negras se muestran los machos y en barras blancas las hembras.

Tabla 33. Proporción de tallas en el conjunto de capturas de alfonsino muestreadas durante el periodo de estudio por monte.

Zona	Proporción de hembras	EE
JF1	0,49	0,04
JF1.1	0,50	0,02
JF2	0,53	0,01
JF6	0,60	0,03

viii) *Relación longitud – peso.*

La relación longitud-peso se estimó agregando para todas las zonas y todos los meses, asumiendo una distribución normal de los datos. En alfonsino, se observó una relación longitud-peso similar para ambos sexos (Figura 19).

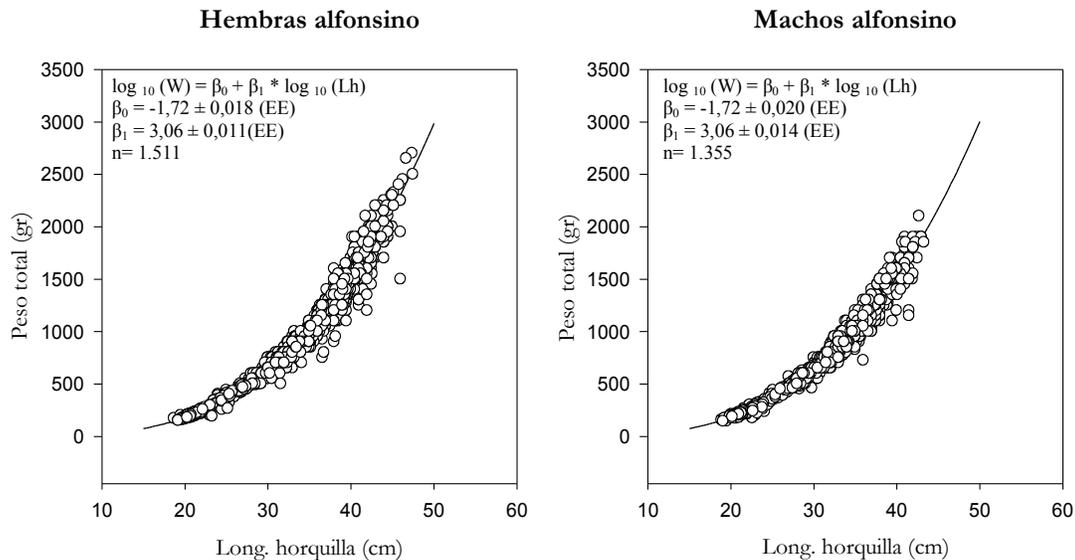


Figura 19. Relación longitud-peso de hembras y machos de alfonsino, agregadas por zona y mes. La línea continua corresponde al modelo ajustado, el texto inserto indica los valores estimados del modelo.

3.3. Selectividad de las artes empleadas en las pesquerías de alfonsino y orange roughy.

El análisis gráfico de la distribución de tallas sugiere una mayor presencia de tallas pequeñas en los lances con cubre-copo orientados a alfonsino (Figura 20). Esta tendencia no fue sustentada por el respectivo análisis estadístico que no arrojó evidencia de selectividad para ninguna de las dos especies analizadas: alfonsino ($p > 0.4$) y orange roughy ($p > 0.5$). Existió, sin embargo una alta variabilidad en la distribución de tallas entre lances, especialmente en alfonsino.

3.4. Análisis comparativo de la selectividad relativa de las redes empleadas en la pesca comercial de orange roughy y alfonsino 2002-2006.

En orange roughy no fue posible encontrar evidencia de selectividad diferencial entre las tres redes comparadas ($p > 0,5$). En alfonsino, en cambio, el análisis indicó diferencias significativas entre las distintas redes ($p < 0,01$), correspondiendo la mayor selectividad relativa a la red Nova 118 y la menor a las redes Arrow y Casanova (Tabla 34).

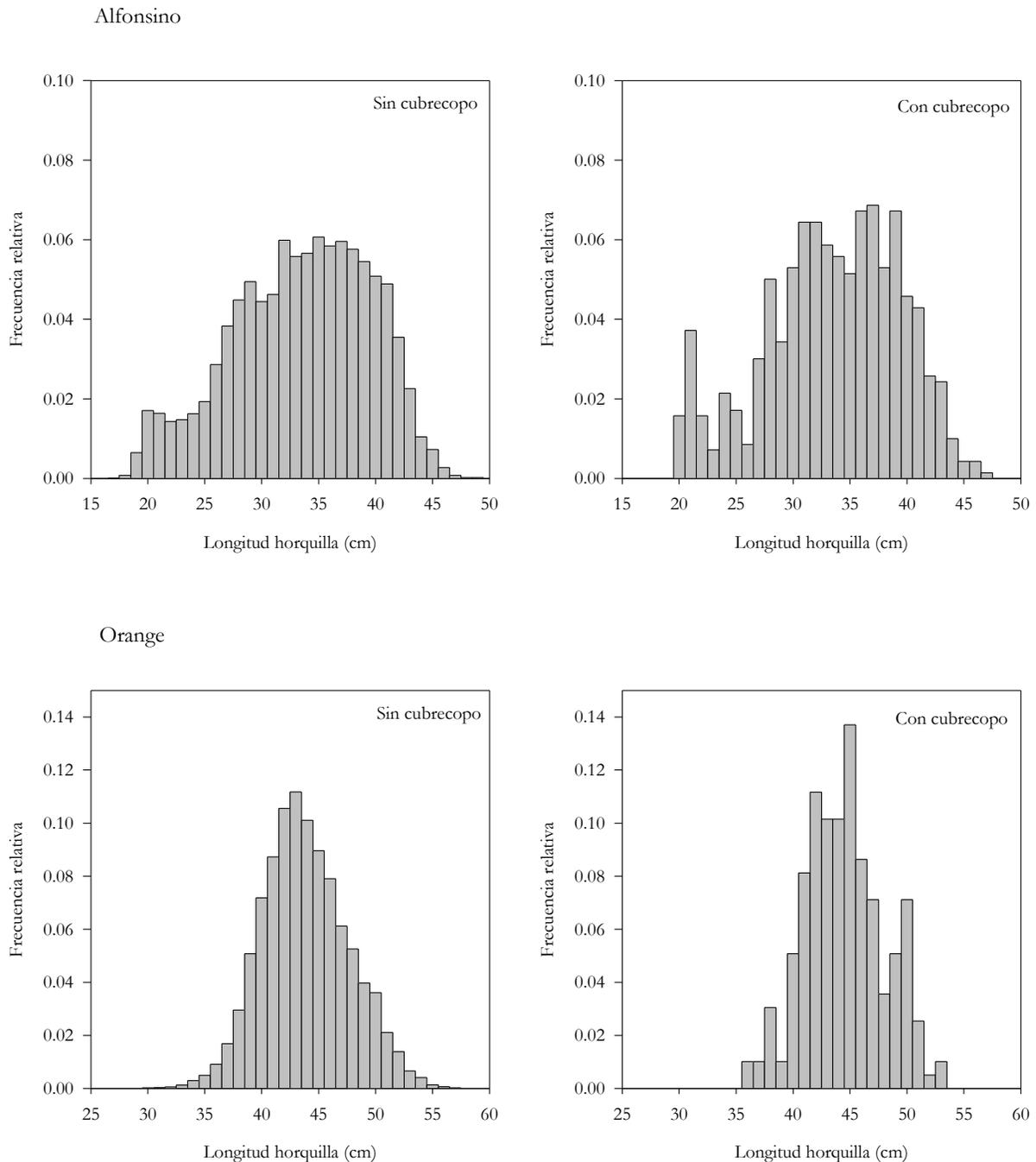


Figura 20. Distribución de frecuencias de talla de alfonsino (panel superior) y orange roughy (panel inferior) en lances efectuados sin y con cubrecopo (paneles izquierdo y derecho, respectivamente)

Tabla 34. Coeficientes de selectividad relativa $\hat{\beta}_k \pm EE$ para los distintos modelos de red empleados en la captura comercial de orange roughy y alfonsino en Chile 2002-2006. Para cada especie se indica coeficientes obtenidos considerando todas las naves y un sub-conjunto restringido a aquellas redes que contaron con replicación entre naves. Diferentes letras super-escritas indican diferencias significativas entre coeficientes (dentro de especies-objetivo).

<i>Red</i>	<i>Alfonsino</i>	<i>Orange roughy</i>
Nova 118	0 ^a	0 ^a
Carmen 117	-1,1 ^b ± 0,10	s.d.
Arrow	2 ^c ± 1,1	0,03 ^a ± 0,065
Casanova	1 ^{a,c} ± 1,1	-0,03 ^a ± 0,091

4. DISCUSIÓN

1. *Orange roughy*

La estructura de tallas de orange roughy mostró características similares a los patrones descritos en estudios realizados en años previos y a lo observado en otras poblaciones dentro de su distribución mundial: ausencia de juveniles y una distribución de frecuencias unimodal donde existen diferencias entre sexos, alcanzando las hembras un mayor tamaño medio que los machos (Horn et al., 1998; Clark et al., 2000; Payá et al., 2006). Analizando el comportamiento en el periodo 1999-2006 (Figura 21), no se observó una variación notoria, aún cuando el recurso ha sido explotado comercialmente. Esta situación ha sido descrita previamente en poblaciones de orange roughy de Nueva Zelanda, donde se ha indicado que en especies longevas se necesita una mayor serie de tiempo para poder detectar la respuesta de la población (Francis et al., 1995; Clark et al., 2000). Por otra parte, antecedentes complementarios en la pesquería chilena describen una disminución en la proporción de machos y hembras de gran tamaño entre los años 1999 y 2003 (superior a 45 y 50 cm respectivamente), lo que evidencia y podría sustentar la hipótesis de cambio en la estructura poblacional asociada a disminución de la biomasa (Payá et al., 2006). Es interesante la observación de diferencias en la talla media entre zonas, lo cual podrá ser discutido en estudios posteriores y con mayores antecedentes biológicos (genéticos, parasitismo, etc., en relación a la existencia de poblaciones locales residentes o unidades poblacionales).

Las diferencias en la proporción sexual observada en las distintas zonas de estudio, pueden ser atribuidas al comportamiento reproductivo (migración) y/o distribución diferencial de hembras y machos con respecto a la profundidad. Estudios previos en Chile han mostrado variación en la proporción sexual de hembras entre años y/o entre zonas en un amplio rango, desde 28 a 68% (Lillo et al., 1999; Young et al., 2000; Niklitschek et al., 2005; Niklitschek et al., 2007).

2. *Alfonsino*

Alfonsino mostró una estructura de tallas bimodal, compuesta por individuos juveniles y adultos. A diferencia de poblaciones existentes en Nueva Caledonia e Islas Canarias, no existe evidencia de reproducción en el contingente chileno y probablemente la pesquería opere sobre zonas vegetativas constituidas por juveniles y adultos pre-reproducción (Lehodey et al., 1997; González et

al., 2003). Al comparar los años 2001, 2005 y 2006 se observa una tendencia general decreciente en la talla promedio, tanto agregada como separada por sexo, lo que podría ser consecuencia de la presión pesquera (Figura 22). Al igual que orange roughy y muchas especies demersales, también se observó diferencias entre sexo para cada zona de estudio.

Considerando que esta es una especie que muestra una conducta migratoria notable y la ausencia de reproducción en las zonas de estudio, las diferencias observadas en la talla media entre zonas pueden ser producto del muestreo de distintos contingentes o en distintas profundidades y pudieran variar entre años. Para dar solución a esta interrogante, se necesita una mayor serie temporal de información, en un amplio rango batimétrico y antecedentes complementarios sobre la biología de la especie. Hasta el momento, el ciclo de vida de la especie en Chile no está definido, Wiff et al. (2005) han propuesto un modelo en el que la zona reproductiva se situaría a grandes profundidades en la plataforma continental, existiendo migraciones entre ésta y la zona de alimentación (zona vegetativa), lo que implicaría que la data de análisis existente correspondería solo a una fracción de la población.

En relación a la proporción sexual observada, Lehodey et al. (1997) indican que en alfonsino existe una relación positiva entre la distribución de frecuencia de la longitud y la profundidad, lo que explicaría fluctuaciones en la proporción sexual observada entre años o diferencias entre zonas, si los sitios de estudio presentan distinta batimetría y/o se ha muestreado un pequeño rango de profundidades.

3. Selectividad de las redes de pesca

El análisis exploratorio de la selectividad de las artes empleadas para los lances de identificación en 2006 no arrojó evidencia de selectividad asociada al tamaño de la red del copo. Sin embargo, la alta variabilidad entre lances reduce la potencia estadística de experimentos de redes alternadas, demandando tamaños muestrales mayores a los necesarios con métodos convencionales como redes gemelas o sobre-copo (Millar & Fryer, 1999). Esta situación podría afectar mayormente al alfonsino, cuya distribución de tallas entre zonas y años a mostrado mucho mayor variabilidad que en orange roughy. Sin perjuicio de lo anterior, de debe considerar dos aspectos muy importantes que tienden a confirmar una escasa relación entre selectividad del arte y tamaño de la malla del copo:

- Las densidades de ambos recursos son muy altas, con altísimos rendimientos por hora de arrastre en lances exitosos, lo que sugiere una rápida saturación de la capacidad seleccionadora de la red.
- No existe evidencia de presencia relevante de organismos juveniles de orange roughy en el área, estrato batimétrico y período de estudio, con gran estabilidad interanual de las estructuras de talla de cada monte submarino.

La comparación entre la selectividad relativa de las distintas redes tendió a confirmar el escaso efecto del arte sobre la composición de tallas capturadas de orange roughy; mostrando, en cambio, un efecto significativo del diseño de la red sobre el alfonsino. Esta aparente selectividad diferencial debe ser tomada con cautela atendiendo a la existencia de posibles factores confundidos por necesidad en el presente análisis. Entre ellos se incluye patrón de pesca, época del año y profundidad. Otro aspecto a considerar es la existencia de un importante número de lances efectuados con el modelo de red Alberto 144, la que no pudo ser incorporada en el análisis por haber sido empleada por un único barco de la flota.

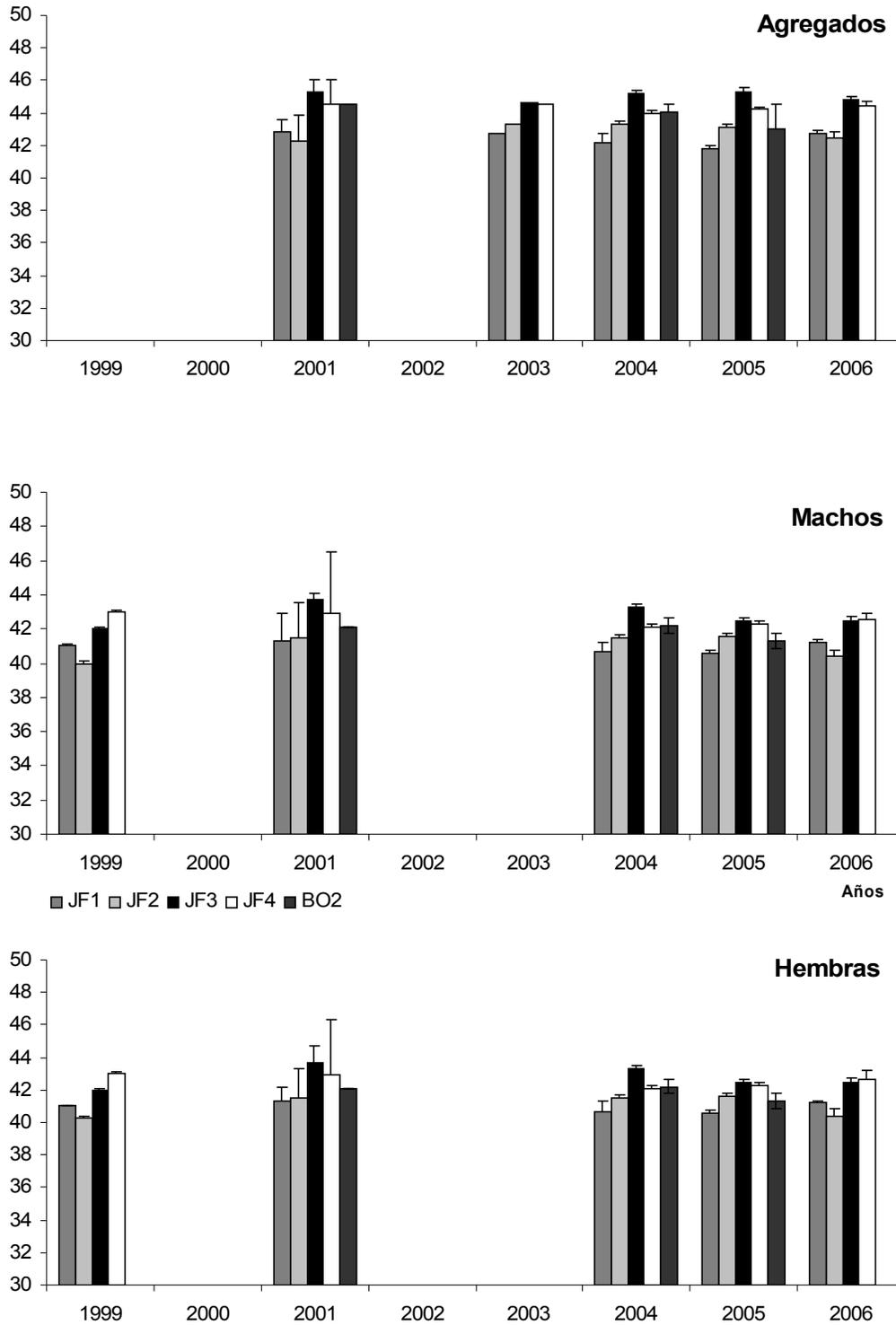


Figura 21. Talla promedio de orange roughy por zona de estudio (cm \pm EE), entre los años 1999 y 2006. (Lillo et al., 1999; Young et al., 2000; Gili et al., 2003; Boyer et al., 2004; Young et al., 2004; Niklitschek et al., 2005; Niklitschek et al., 2007).

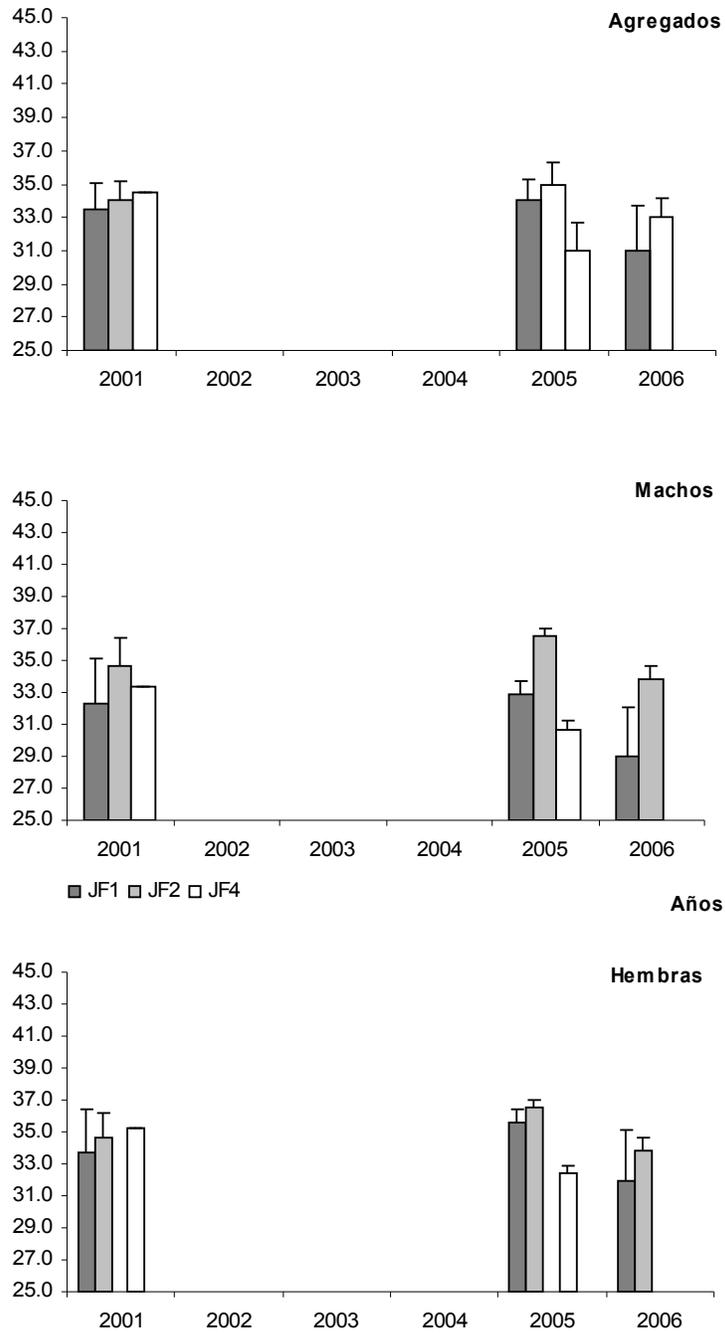


Figura 22. Talla promedio de alfonsino por zona de estudio (cm \pm EE), entre los años 2001 y 2006 (Young et al, 2004; Niklitschek et al., 2007).

4. REFERENCIAS.

- Allison, P.D. 1999. Logistic regression using the SAS system. SAS Institute, Inc., Cary, NC. 287 p.
- Branch, T. 2001. A review of orange roughy *Hoplostethus atlanticus* fisheries, estimation methods, biology and stock structure. South African Journal of Marine Science 23:181-204.
- Boyer, D., Niklitschek, E., Hampton, I., Nelson, J., Soule, M., Lafon, A. & H. Boyer. 2003. Evaluación hidroacústica de la biomasa de las principales agregaciones reproductivas de orange roughy *Hoplostethus atlanticus* (2003) en los montes submarinos adyacentes al Archipiélago Juan Fernández (V Región de Valparaíso). Informe CT 03-12 Universidad Austral de Chile. Cape Town. 68 p.
- Clark, M.R., Anderson, O.F., Francis, C. & Tracey, D.M. 2000. The effects of commercial exploitation on orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) from the continental slope of the Chatham Rise, New Zealand, from 1979 to 1997. Fisheries Research 47: 217-238.
- Francis, R.I.C.C. & D. Smith. 1995. Mean length, age, and otolith weight as a potential indicator of biomass depletion for orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*. New Zealand journal of Marine and Freshwater Research 29:581-587.
- Gili, R., Cid, L., Pool, H., Young, Z., Tracey, D. M. & P. Horn. 2002. Estudio de edad, crecimiento y mortalidad natural de los recursos orange roughy y alfonsino. Informe Final Proyecto FIP 2000-12. Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso. 129 pp.
- González, J.A., Rico, V., Lorenzo, J.M., Reis, S., Pajuelo, J.G., Dias, M. Alfonso, Mendonca, A., Krug, H.M. & M. R. Pinho. 2003. Sex and reproduction of the alfonsino *Beryx splendens* (Pisces, Berycidae) from the Macaronesian archipelagos. Journal of Applied Ichthyology 19:104-108.
- Horn, P.L., Tracey, D.M. & M. R. Clark. 1998. Between-area differences in age and length at first maturity of the orange roughy *Hoplostethus atlanticus*. Marine Biology 132: 187-194.
- Lehodey, P., R. Grandperrin & P. Marchal. 1997. Reproductive biology and ecology of a deep-demersal fish, alfonsino *Beryx splendens*, over the seamounts off New Caledonia. Marine Biology 128: 17-27
- Lillo, S., R. Bahamonde, B. Leiva, M. Rojas, M.A. Barbieri, M. Donoso & R. Gili. 1999. Prospección del recurso orange roughy (*Hoplostethus* spp.) y su fauna acompañante entre la I y la X Región. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso. 141 p.
- Littel, R.C., G.A. Milliken, W.W. Stroup & R.D. Wolfinger. 1996. SAS system for mixed models. Sas Institute Inc., Cary, N.C. 633 pp.
- McCullagh, P. 1980. Regression models for ordinal data (with discussion). J. of the Royal Statistical Society, series B. 42: 109-142.
- Millar, R.B. & R.J. Fryer. 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. Rev. Fish. Biol. Fish. 9: 89-116.
- Niklitschek, E., D. Boyer, R. Merino, I. Hampton, M. Soule, J. Nelson, J. Cornejo, A. Lafon, C. Oyarzún, R. Roa & T. Melo. 2005. Estimación de la biomasa reproductiva de orange roughy en sus principales zonas de concentración, 2004. Informe Proyecto FIP 2004-13. Universidad Austral de Chile, Valparaíso. 159 p.

- Niklitschek, E., Boyer, D., Lafon, A., Soule, M., Cornejo-Donoso, J., Hampton, I, Hernández, E., Merino, R., Toledo, P., Castro, L.R., Aedo, G. & M.George Nascimento. 2007. Evaluación hidroacústica y TS de alfonsino y orange roughy. Informe Proyecto FIP 2005-13. Universidad Austral de Chile, Valparaiso. 187 p.
- Payá, I., Montecinos, M., Ojeda, V. y L. Cid. 2006. An overview of the orange roughy (*Hoplostethus sp.*) fishery off Chile. *In: Deep Sea 2003: Conference on the Governance and Management of Deep-sea Fisheries, Part 2: Conference poster papers and workshop papers.* FAO, Rome. P 97-116.
- Wiff, R. & R. Tascheri. 2005. Investigación y evaluación de stock y CTP de alfonsino, 2006. Pre Informe final. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaiso. 53 pp.
- Young, Z., F. Balbontín, J. Rivera, M. Ortego, R. Tascheri, M. Rojas & S. Lillo. 2000. Estudio biológico pesquero del recurso orange roughy. Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, Chile. 73 pp.

III. Caracterización de la ictiofauna acompañante asociada a la captura incidental en la pesquería de orange roughy y alfonsino, año 2006 (objetivo específico 4)

Aedo, G.¹, Veas, R.¹, Chong, R.¹ & E. Hernández²

¹Universidad de Concepción

²Universidad Austral de Chile

1. INTRODUCCIÓN.

Orange roughy y alfonsino son dos especies de peces de profundidad cuyo alto valor comercial ha motivado el desarrollo de pesquerías de arrastre en zonas de montes submarinos donde habitan. El mayor problema de la pesca con redes de arrastre es su escasa selectividad y el deterioro de los fondos marinos (Koslow et al., 2001), situación que se agudiza cuando la operación se desarrolla sobre comunidades de baja resiliencia tal como los montes submarinos aledaños al Archipiélago de Juan Fernández. Por estas razones se considera de vital importancia cuantificar la captura de la fauna acompañante a fin de no sólo describir las comunidades de organismos marinos que habitan en las zonas de pesca, sino también evaluar los cambios en estas comunidades durante la historia de operación de la pesquería.

La ictiofauna capturada incidentalmente en la pesca de orange roughy y alfonsino es una proporción menor, en peso y número, de la captura del recurso objetivo. Sin embargo, dado la escasa información existente en las áreas donde se desarrolla la pesquería y dado el daño producido por el método de pesca sobre las comunidades que habitan, es de vital importancia efectuar en forma sistemática estudios de la fauna acompañante, a fin de disponer de una fuente de información robusta que ayude a la toma de decisiones por parte de la autoridad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Cuantificación de la ictiofauna acompañante.

En cada lance de pesca se separó la captura incidental por especie o morfotipo con apoyo de una guía fotográfica confeccionada en colaboración con el Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción, y de una compilación de esquemas recopilados para la identificación de fauna íctica acompañante de orange roughy y alfonsino. Ambas guías fueron confeccionadas basándose en los resultados obtenidos en el proyecto FIP 2004-13 “Estimación de la biomasa reproductiva de orange roughy en sus principales zonas de concentración, año 2004” y FIP 2005-13 “Evaluación hidroacústica y TS de alfonsino y orange roughy”.

Se conservó ejemplares de cada grupo identificado para la verificación de su identidad taxonómica en el Laboratorio de Pesquerías de la Universidad de Concepción, con la excepción de aquellas especies comunes cuyo error de identificación se consideró despreciable.

En cada lance de pesca, la fauna acompañante fue separada en cajas e identificada. Cada especie presente fue contada y una muestra aleatoria de al menos 15 individuos de cada especie fue medida (longitud total y estándar) y pesada, cuando las condiciones a bordo de las embarcaciones así lo permitieron. En aquellos casos donde no fue posible efectuar tales mediciones

(aproximadamente el 5% de los casos), se utilizó el peso promedio de individuos de la misma especie medidos en otros lances de pesca.

A partir de las muestras se estimó la proporción (en peso) de cada especie en la captura del lance (P_{el}), según la relación:

$$P_{el} = \frac{N_{el} \cdot \hat{w}_{el}}{C_l}$$

donde:

N_{el} : es el número de individuos capturados de la especie e en el lance de pesca l .

\hat{w}_{el} : es el peso individual de la especie e en el lance de pesca l .

C_l : es la captura en peso del lance de pesca l .

2.2. Análisis de la información

Con los datos obtenidos en cada crucero se confeccionaron matrices de abundancia de especie por lugar de muestreo (lance de pesca/localidad). Esta matriz se utilizó para calcular los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y equidad de Pielou (J') para cada área de pesca (Magurran, 1988).

La matriz de abundancia fue utilizada también para la búsqueda de asociaciones ictiofaunísticas entre zonas de pesca y rangos de profundidad, de acuerdo con los procedimientos planteados en la propuesta técnica.

3. RESULTADOS.

3.1. Distribución de lances de pesca

Las áreas de pesca donde se registró el mayor número de lances correspondieron a JF1 y JF2 (Tabla 35), las que dieron cuenta del 73% de los lances de pesca. A su vez, el 52% de todos los lances se efectuaron a una profundidad menor a los 500 m, y el 81% entre los 266 y 699 m de profundidad (Tabla 36).

Los rangos de profundidad más visitados por zona de pesca se detallan en la Tabla 37. En JF1 los lances de pesca se efectuaron en dos zonas, denominadas JF1 y JF1.1. En JF1 el rango R3 concentró el 42% de los lances de pesca, seguida en importancia por el rango R1 (26%); mientras que en JF1.1 el mayor número de lances (87%) se efectuó en profundidades menores a los 500 m. Si se consideran ambas zonas en conjunto, el 42% de los lances de pesca ocurrieron a menos de 500 m de profundidad. El rango R1 fue también el más visitado en JF2, registrando el 77% de los lances de pesca; el 23% restante se registró entre los 500 m y por sobre los 900 m de profundidad (Tabla 37). En las zonas menos visitadas se puede indicar que en JF3 el rango R4 (700 – 799 m) concentró el 56% de los lances de pesca; en JF4 los seis lances de pesca se efectuaron entre los

rangos R2 y R4; y en JF6 sólo se efectuaron lances a profundidades <500 m. Finalmente, se llevaron a cabo lances de pesca por fuera de las zonas de montes en los rangos R1 y R2 (Tabla 37).

Tabla 35. Distribución por zona de los distintos lances de pesca donde se obtuvo fauna acompañante (-9999 no pertenece a un monte).

Monte	JF1	JF1.1	JF2	JF3	JF4	JF6	-9999
Nº de lances	42	15	48	18	6	5	10

Tabla 36. Distribución por profundidad de los distintos lances de pesca para el total de las áreas donde se obtuvo fauna acompañante.

Profundidad (m)	R 1 (<500)	R 2 (500 – 599)	R 3 (600 – 699)	R 4 (700 – 799)	R 5 (800 – 899)	R 6 (<899)
Nº de lances	75	14	28	21	5	1

Tabla 37. Distribución de lances por zona de pesca y rango de profundidad (-9999 no pertenece a un monte).

Monte	JF1	JF1.1	JF2	JF3	JF4	JF6	-9999
R 1 (<500)	11	13	37	2		5	7
R 2 (500 – 599)	6	2	3		1		3
R 3 (600 – 699)	19		2	6	3		
R 4 (700 – 799)	5		3	10	2		
R 5 (800 – 899)			3				
R 6 (<899)	1						

3.2. Composición específica de la ictiofauna y aporte en peso

En los 144 lances analizados durante los cruceros del año 2006 se identificó un total de 42 especies de peces óseos y cartilagosos, más un taxón identificado a nivel de género y dos especies de pez rata sin identificar (Tabla 38). El grupo más diverso correspondió a peces óseos de la Clase Actinopterygii, conformado por seis órdenes, 17 familias, 28 géneros y 34 especies incluyendo a *Melanostomias* sp, la cual sólo fue identificada a nivel de género. Entre los peces cartilagosos se cuentan dos clases (Elasmobranchii y Holocephali), 5 órdenes, 6 familias, 8 géneros y 9 especies. Los Gadiformes y Perciformes fueron los órdenes con mayor número de representantes, destacando la familia Macrouridae con nueve taxa distintos (Tabla 38).

Del total de muestras analizadas, las especies objetivo de la pesquería *Hoplostethus atlanticus* y *Beryx splendens* dieron cuenta del 80,5% y 19,3% de la captura en peso, respectivamente, considerando todas las zonas de pesca y rangos batimétricos.

En relación sólo a la captura de la ictiofauna acompañante, las especies que más aportaron a la captura en peso fueron *Sebastes oculatus* (32,6%), *Macruronus magellanicus* (22,15) y *Etmopterus granulosus* (16,6%) (Tabla 61) (ver anexo IV).

En JF1 se registró 15 taxa distintos, siendo *S. ocellatus* la especie dominante con un 79,6% de la captura en peso, seguida en importancia por *Mora moro* (6,2%) y *Caelorinchus aconcagua* (6,1%). En JF1.1 se capturó e identificó 14 taxa distintos, siendo en este caso *Emmelichthys nitidus* y *S. ocellatus* las especies con mayor aporte en peso, con un 40,9% y 40,8%, respectivamente.

En JF2 se capturó 20 especies de peces diferentes, destacando *E. granulatus* con un 47% de la captura de la fauna acompañante en peso. Con un menor aporte se ubicaron *Gadella obscurus* (10,5%) y *M. magellanicus* (10,0%), seguidas por *S. ocellatus* (5,6%), *Hydrolagus macrophthalmus* (5,0%) y *Pseudoxenomystax albescens* (4,3%).

En JF3 se determinó 15 diferentes taxa destacando *E. granulatus* con un 67,5%. Con una menor importancia le siguieron *G. obscurus* (10,1%) e *H. macrophthalmus* (8,1%).

En JF4 la diversidad específica estuvo representada por 13 especies distintas. En esta zona la dominancia fue compartida en el mismo orden de magnitud por *G. obscurus* y *E. granulatus*, cuyos aportes dieron cuenta del 79,5% de la captura en peso. De menor importancia a la captura en peso se encontraron *Bajacalifornia melanops* (7,0%), *Schedophilus* sp. aff *buttoni* (5,4%) y *Apristurus brunneus* (4,6%).

En JF6 se registró la menor diversidad específica de la fauna íctica acompañante con tan solo dos especies: *Epigonus crassicaudus*, especie dominante con un 98,3%, mientras que *E. nitidus* tuvo un aporte marginal igual a 1,7%.

En aquellos lances de pesca efectuados por fuera de la zona de montes (identificados como zona -9999), se registró 10 taxa distintos. En este grupo dominó *M. magellanicus* (71,2%), seguido por *S. ocellatus* (17,1%) y una especie de pez rata que no pudo ser identificado cuyo aporte a la captura en peso fue 8,9%.

Tabla 38. Listado de peces óseos y cartilagosos, fauna acompañante en cruceros de orange roughy y alfonsino, año 2006.

Taxa	
ACTINOPTERYGII	Serranidae
ANGUILLIFORMES	<i>Caprodon longimanus</i>
Congridae	
<i>Pseudoxenomystax albescens</i>	SCORPAENIFORMES
Congridae	Sebastidae
<i>Serrivomer beanii</i>	<i>Helicolenus lengerichi</i>
	<i>Sebastes ocellatus</i>
GADIFORMES	
Macrouridae	STOMIIFORMES
<i>Caelorinchus aconcagua</i>	Sternoptychiidae
<i>Caelorinchus canus</i>	<i>Argyropelecus olfersii</i>
<i>Caelorinchus chilensis</i>	<i>Maurolicus parvipinnis</i>
<i>Caelorinchus fasciatus</i>	Stomiidae
<i>Coryphaenoides subserrulatus</i>	<i>Astronesthes bouleengeri</i>

Taxa	
<i>Macrourus carinatus</i>	<i>Chauliodus sloani</i>
<i>Macrourus holotrachys</i>	<i>Melanostomias sp.</i>
<i>Nezumia pulchella</i>	
<i>Nezumia pudens</i>	ELASMOBRANCHII
Merlucciidae	Carcharhiniformes
<i>Macruronus magellanicus</i>	Scyliorhinidae
Moridae	<i>Apristurus brunneus</i>
<i>Gadella obscurus</i>	<i>Apristurus nasutus</i>
<i>Lepidion ensiferus</i>	
<i>Mora moro</i>	HEXANCHIFORMES
	Hexanchidae
OSMERIFORMES	<i>Hexanchus griseus</i>
Alepocephalidae	
<i>Alepocephalus tenebrosus</i>	SQUALIFORMES
<i>Bajacalidornia megalops</i>	Dalatiidae
<i>Rouleina maderensis</i>	<i>Centroscyllium nigrum</i>
	<i>Centroscymnus crepidater</i>
PERCIFORMES	<i>Etmopterus granulosus</i>
Carangidae	<i>Squalus mitsukurii</i>
<i>Trachurus symmetricus</i>	
Centrolophidae	TORPEDINIFORMES
<i>Schedophilus sp. aff. buttoni</i>	Torpedinidae
Epigonidae	<i>Torpedo tremens</i>
<i>Epigonus crassicaudus</i>	
<i>Epigonus atherinoides</i>	HOLOCEPHALI
Gempylidae	CHIMAERIFORMES
<i>Thyrsites atun</i>	Chimaeridae
Priacanthidae	<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>
<i>Priacanthus nasca</i>	

3.3. Abundancia específica

En términos del número de ejemplares por especie identificada en los cruceros sobre orange roughy y alfonsino en el año 2006, las especies más importantes para el total del área de estudio fueron *S. oculatus* (29,3%) y *Caprodon longimanus* (18,4%) (Tabla 55) (ver anexo IV), seguidas en importancia por *E. crassicaudus* (9,1%), *C. aconcagua* (8,0%), *E. granosus* (7,4%), *E. nitidus* (5,3%), *M. magellanicus* (5,2%) y *G. obscurus* (5,0%). Los restantes 35 taxa dieron cuenta en conjunto de sólo el 12,2%, lo que significa que en promedio a cada uno le correspondió aproximadamente un 0,3% de la abundancia numérica.

S. oculatus fue la especie dominante en JF1 (53,0%) y en los lances de pesca efectuados fuera de la zona de montes (54,6%). En JF1 fueron importantes además *E. crassicaudus* (21,4%) y *C. aconcagua* (17,2%); mientras que en la segunda zona *M. magellanicus* dio cuenta del 25,7%.

En JF1.1 *C. longimanus* fue la especie más abundante (58,5%), seguida en importancia por *S. oculatus* (20,0%). En JF2 y JF3 *E. granulosus* fue la especie más abundante con valores de 35,1% y 41,1%, respectivamente. En JF4 *G. obscurus* registró el 46,3% del total de individuos capturados, mientras que en JF6 las únicas especies ícticas acompañantes capturadas *E. nitidus* y *E. crassicaudus* representaron el 81,6% y el 18,4% de la abundancia, respectivamente.

La matriz de abundancia numérica indicada en la Tabla 55 (ver anexo IV) es la que alimenta los análisis presentados a continuación, a fin de hacer comparables los resultados con los obtenidos en los proyectos FIP 2004-13 “Estimación de la biomasa reproductiva de orange roughy en sus principales zonas de concentración, año 2004” y FIP 2005-13 “Evaluación Hidroacústica y TS de alfonsino y orange roughy”.

3.4. Diversidad y equidad específica

La menor diversidad específica se obtuvo en JF6 con $H' = 0,67$ en la cual se realizó cinco lances de pesca, mientras que en JF2 se calculó el mayor valor de H' (3,08) con 48 lances de pesca. En términos generales con tamaños de muestra (n° de lances) mayores a 15, la diversidad específica es cercana y superior a 2,0 (Figura 23), lo que se considera un número de lances adecuado para describir la diversidad en términos de abundancia.

El índice de equidad (J') alcanzó el mayor valor en JF6 ($J' = 1,1$) donde sólo se registraron dos especies (Figura 24), y el menor valor lo presentó en JF1.1 ($J' = 0,42$) con 15 especies. A diferencia de lo observado con el índice de diversidad (H'), la equidad disminuyó a medida que aumentó el número de lances de pesca por zona de estudio.

3.5. Asociaciones ictiofaunísticas

3.5.1. Asociaciones considerando la abundancia de orange roughy y alfonsino

El escalamiento no-métrico multidimensional (MDS) en base a todos los lances positivos arrojó un buen grado de bondad de ajuste ($\text{Stress} = 0,05$). El análisis mostró una clara diferenciación entre los lances cuya especie objetivo fue alfonsino y la que fue orange roughy (Figura a, npMANOVA $p < 0,0001$). Además, el análisis sugiere que estos grupos tienen cierta segregación espacial (Figura a y b), ya que en las zonas -9999, JF1.1 y JF6 dominó exclusivamente alfonsino, mientras que en JF3 y JF4 la especie dominante fue orange roughy. En JF1 y JF2 a pesar de ser dominante, también hubo lances con alfonsino como especie principal. También se puede ver una segregación vertical

donde los rangos de profundidad R1 y R2 son dominados por alfonsino, en el rango R3 la dominancia es compartida, mientras que en los rangos R3, R4 y R5 domina orange roughy (Figura c).

El análisis SIMPER basado en esta matriz indica que las especies que en conjunto aportan el 90% de similitud en la formación del grupo que hemos llamado “alfonsino” son, en orden decreciente: *Beryx splendens* (alfonsino), *S. oculatus*, *E. nitidus*, *E. crassicaudus* y *C. aconcagua* (Tabla 57a). Mientras que para el grupo “orange roughy” son en orden decreciente: *Hoplostethus atlanticus* (orange roughy), *E. granulatus*, *G. obscurus* y *C. sloani* (Tabla 57b). Por otro lado, las especies que más aportan en diferenciar ambos grupos se pueden ver en la Tabla 57c, de las cuales las más importantes son *H. atlanticus* y *B. splendens*.

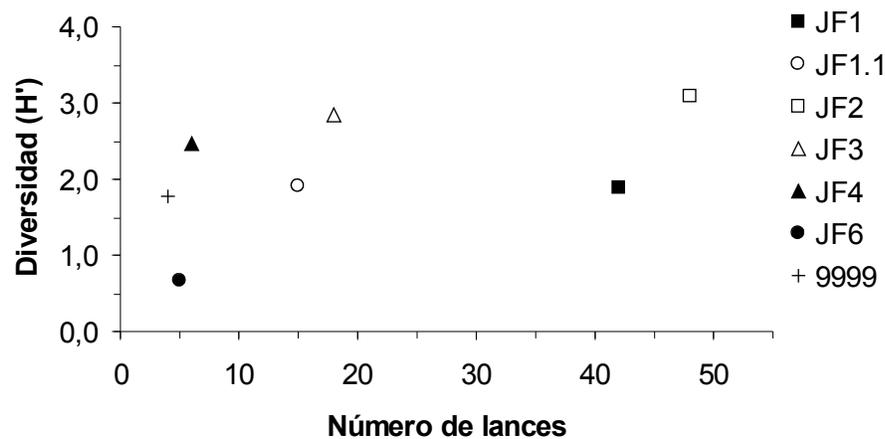


Figura 23. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') por área de pesca.

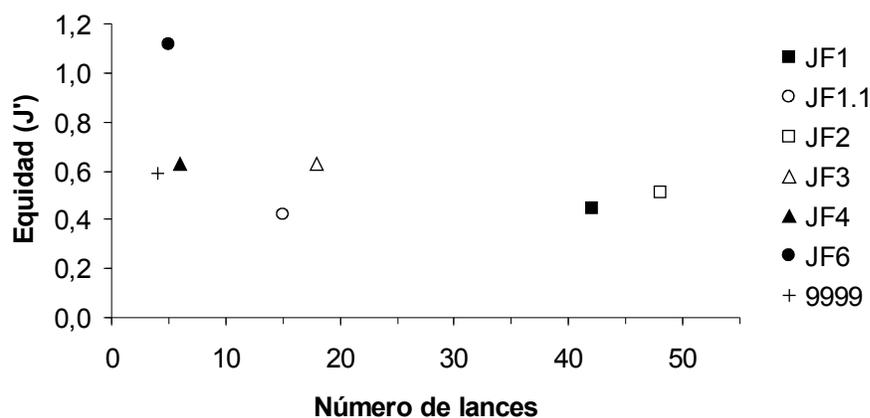


Figura 24. Índice de equidad de Pielou (J') por área de pesca.

3.5.2. Asociaciones sin considerar la abundancia de orange roughy y alfonsino

El MDS en base a todos los lances positivos, pero eliminando a orange roughy y alfonsino, arrojó un buen grado de bondad de ajuste (Stress = 0,11). El análisis mostró una diferenciación entre los lances cuya especie objetivo fue alfonsino y aquellos cuya especie objetivo fue orange roughy (Figura 26a, npMANOVA $p < 0,0001$). A pesar de que no se ven grupos de similitud considerando las zonas de pesca se observa cierta estructura espacial que relaciona por un lado las zonas -9999, JF1 y JF1.1; y por otro lado las zonas JF2, JF3 y JF4 (Figura 26b). También se puede observar una segregación vertical, donde están relacionados los rangos de profundidad R1 con R2, y por otra parte los rangos R4 y R5 (Figura 26c).

El análisis SIMPER indica que las especies que en conjunto aportan el 90% de similitud en la formación del grupo que hemos llamado “alfonsino” son en orden decreciente: *S. oculatus*, *E. nitidus*, *E. crassicaudus*, *C. aconcagua*, *P. albescens* y Rata sin determinar (Tabla 56a). Para el grupo “orange roughy” son en orden decreciente: *E. granulosus*, *G. obscurus*, *C. sloani*, *M. moro*, *C. subserrulatus*, *C. aconcagua*, *Serrivomer beanii* y *H. macrophthalmus* (Tabla 56b). Las especies que más aportan en diferenciar ambos grupos (Tabla 56c) de las cuales las más importantes son *S. oculatus*, *E. granulosus* y *G. obscurus*.

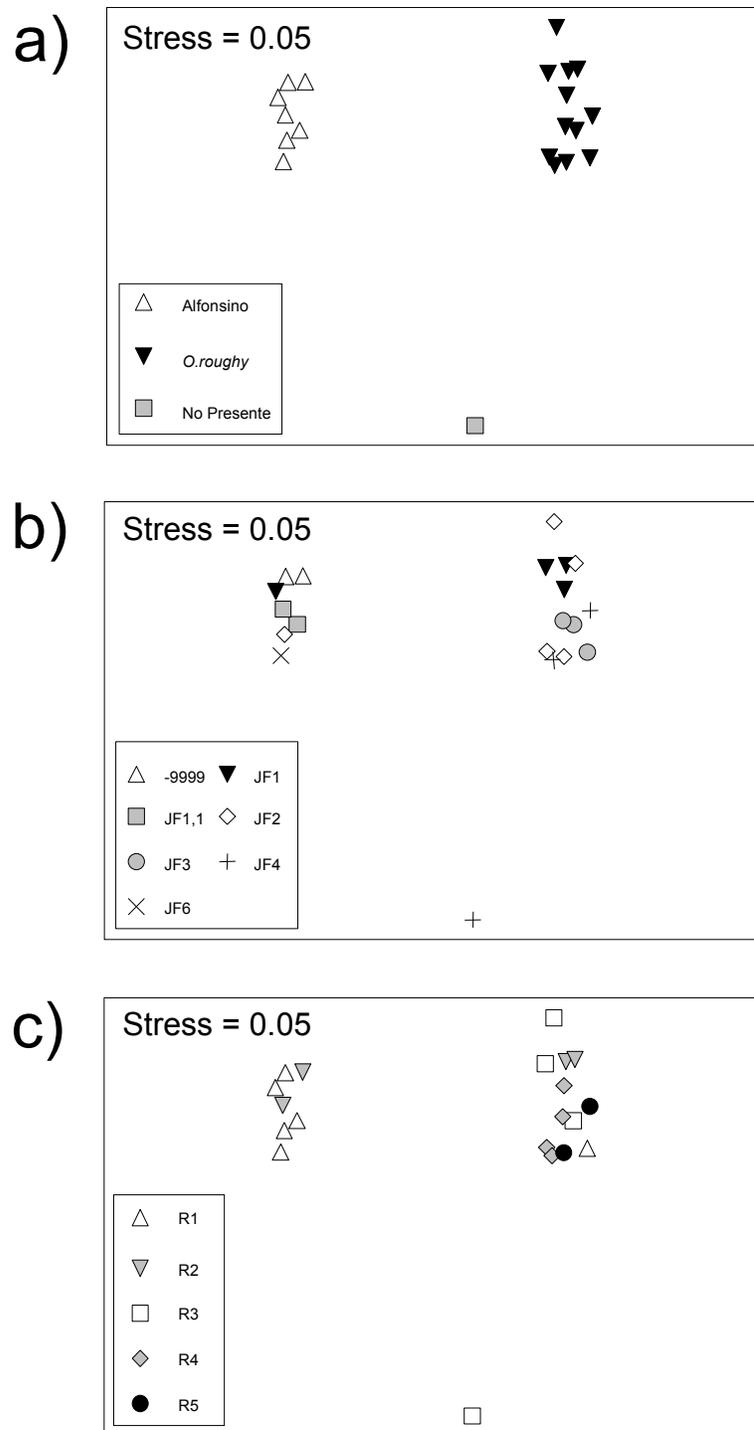


Figura 25. Análisis de escalamiento no-métrico multidimensional sobre la base de todos los lances (cada punto es un lance) que presentaron captura de alfonsino y/o orange roughy y/o su fauna acompañante. En las figuras se indican los lances según a) especie objetivo dominante, b) zona de pesca (-9999: fuera de montes estudiados y c) rango de profundidad.

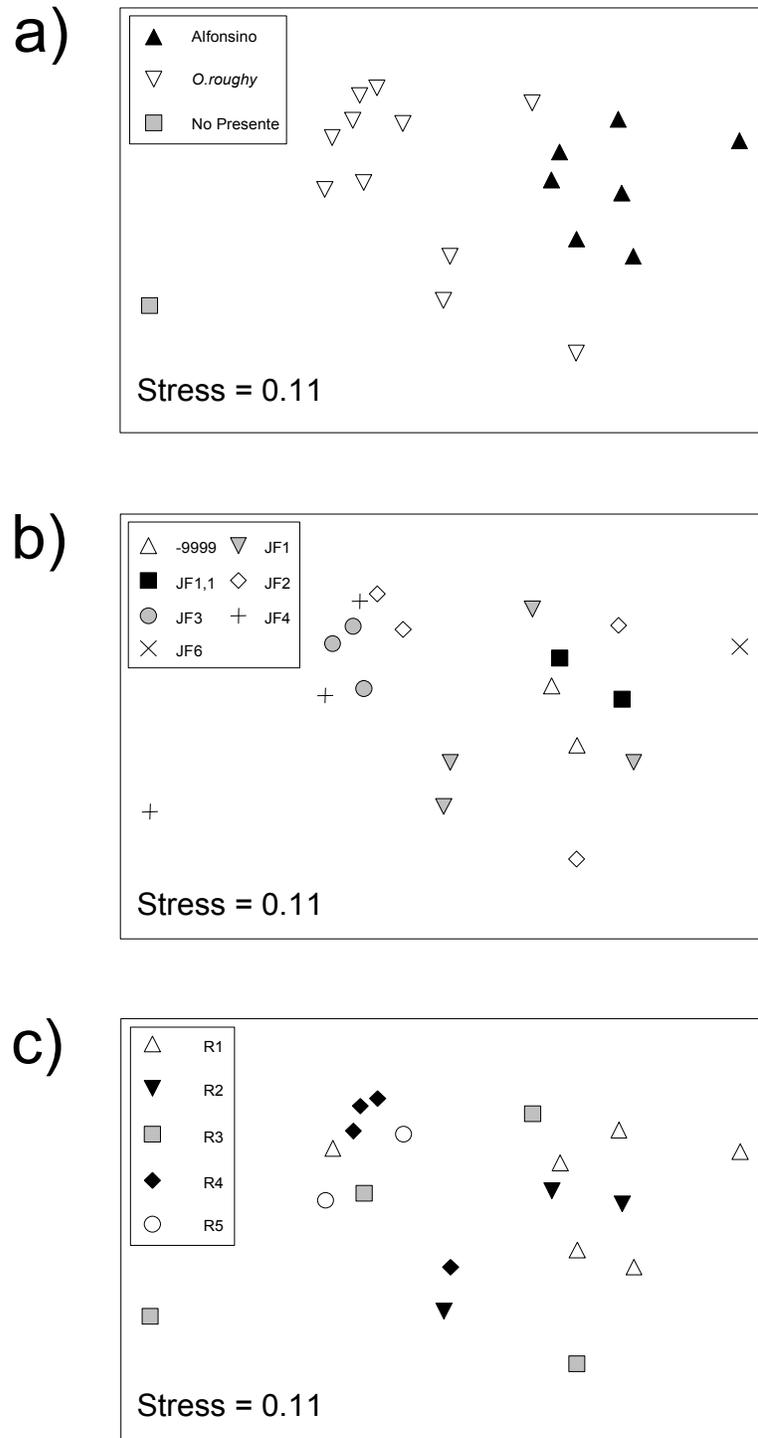


Figura 26. Análisis de escalamiento no-métrico multidimensional sobre la base de todos los lances (cada punto es un lance) que presentaron captura de alfonsino y/o orange roughy y/o su fauna acompañante, pero eliminando las especies objetivo (alfonsino y orange roughy). En las figuras se indican los lances según a) especie objetivo dominante, b) zona de pesca (-9999: fuera de montes estudiados y c) rango de profundidad.

4. DISCUSIÓN

La ictiofauna de los montes submarinos del Archipiélago de Juan Fernández y zonas aledañas está compuesta por un importante número de especies de peces óseos y cartilagosos, cuya biología básica aún es desconocida. Durante el desarrollo de los cruceros en el año 2006, el orange roughy y el alfonsino dieron cuenta en conjunto del 98,85% de la captura en peso y del 98,96% de la captura en número (considerando el aporte de sólo el grupo taxonómico peces). El porcentaje restante de estos indicadores correspondió a fauna acompañante, compuesta por 34 especies de peces óseos y nueve especies de peces cartilagosos. Las especies más abundantes en términos de peso y abundancia numérica correspondieron a los peces óseos *Sebastes oculatus*, *Macruronus magellanicus*, *Epigonus crassicaudus*, *Emmelichthys nitidus* y *Caelorinchus aconcagua*, y al pez cartilaginoso *Etmopterus granulosus*.

La principal asociación entre ensambles de peces está dado por la profundidad a la cual se realiza el lance de pesca, lo que a su vez depende directamente de la intencionalidad de la captura. Cuando se considera la abundancia de orange roughy y alfonsino se distinguen dos grupos: uno asociado a los rangos de profundidad donde la intencionalidad de pesca se dirige hacia alfonsino (< 500 m y hasta los 599 m), y otro asociado a los rangos de profundidad donde la intencionalidad de pesca se dirige hacia orange roughy (> 600 m).

Cuando no se considera el aporte de las especies objetivo la asociación entre ensambles es menos marcada, pero continúa siendo significativa, tal como lo demuestra el análisis de escalamiento no métrico multidimensional (MDS). La mayor afinidad entre ensambles de peces se produce entre los grupos pertenecientes a los rangos batimétricos R1 (< 500 m) y R2 (500 – 599 m), los cuales se componen principalmente por *S. oculatus*. Otras especies que forman parte casi exclusiva de profundidades menores a los 500 m, correspondieron a *C. longimanus*, *C. aconcagua* y *E. crassicaudus*, las cuales en conjunto representaron el 46% de la abundancia. Una fuerte asociación se observa también entre los rangos de profundidad R4 (700 – 799 m) y R5 (800 – 899 m), donde las especies *E. granulosus* y *G. obscuros* dieron cuenta del 75% y 73% de la captura en número en R4 y R5, respectivamente.

5. REFERENCIAS

- Koslow, J.A., Gowlett-Holmes, K., Lowry, J.K., O'Hara, T., Poore, G.C.B. & A. Williams. 2001. Seamount benthic macrofauna off southern Tasmania: Community structure and impacts of trawling. Marine Ecology Progress Series, 213: 111 – 125.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press.

IV. Caracterización del ambiente físico (columna de agua) en las principales zonas de abundancia de orange roughy y alfonsino frente a Chile Central. (objetivo específico 4)

Sobarzo, M., Castro, L., & D. Donoso.

Universidad de Concepción.

Obtención data hidrográfica y muestreo zooplancton.

Cornejo, J., Hernández, E., Merino, R., Carocca, . & A. Meza

Universidad Austral de Chile.

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe incluye el análisis de la información de las condiciones oceanográficas y del ictioplancton obtenido en los cruceros desarrollados durante el periodo comprendido entre Julio y Octubre del 2006, en el marco del proyecto FIP 2006-09, destinado a la evaluación hidroacústica del stock de orange roughy y alfonsino. Las actividades de muestreo hidrográfico y de zooplancton en terreno consistieron en perfiles de CTD (y oxígeno disuelto) y muestreos verticales de zooplancton desde superficie hasta un máximo de 1.000 m de profundidad, en seis montes sumergidos frente a Chile central (JF1 a JF6), y en una serie de estaciones oceanográficas fuera de los montes orientadas aproximadamente en la forma de una transecta zonal Este-Oeste.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área y periodo de estudio

El área de estudio correspondió a seis montes sumergidos y una serie de estaciones oceanográficas denominadas oceánicas, ubicadas en las inmediaciones de los montes y en una transecta zonal este-oeste frente a Chile central. El estudio completo comprendió desde fines de otoño a comienzos de primavera (1 de Julio al 23 de Octubre) del 2006. Los montes sumergidos, corresponden a los montes denominados JF1 a JF6. La transecta oeste-este estuvo ubicada entre los montes sumergidos JF1 y aproximadamente 100 millas al este del monte sumergido JF4. Para efectos del presente informe, las fechas de muestreo se han agrupado en dos periodos o cruceros denominados invierno y primavera. Durante el periodo de invierno se muestreó los montes sumergidos JF1 a JF4, más las estaciones oceánicas. El muestreo del monte JF2 consistió en dos transectas perpendiculares, en forma de cruz sobre el monte. Durante el periodo de primavera se repitió la visita a los montes JF1 y JF2 (otras estaciones) y se cubrieron los montes JF5 y JF6.

En sentido oeste-este, los montes sumergidos JF1 y JF2 fueron muestreados en julio, septiembre y octubre, los montes JF3 y JF4 en agosto y septiembre, los montes JF5 y JF6 en octubre y las estaciones oceánicas fueron en julio y septiembre.

El presente informe entrega una caracterización de la estructura hidrográfica de las masas de agua presentes en torno al archipiélago Juan Fernández frente a las costas de la zona central de Chile (entre 31° y 34°S y 75° a 78.8°W). Los datos utilizados corresponden a diversos cruceros efectuados tanto durante la época invernal como primaveral del año 2006. En cada uno de estos cruceros se efectuaron perfiles verticales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. A partir de esta información se realizaron cálculos de densidad y estratificación (frecuencia Brunt-Vaisala) de

la columna de agua. Además de los perfiles verticales, en el monte submarino JF2 se efectuó una transecta zonal y otra meridional a lo largo de la cual se estimó la velocidad geostrófica. Las Tablas 58 y (ver anexo IV) muestran la información correspondiente a las estaciones hidrográficas efectuadas durante los cruceros de invierno y primavera, respectivamente con detalles de embarcaciones empleadas, fechas de cruceros.

Para el cálculo de la estratificación se utilizó la expresión dada por Pond and Pickard (1983):

$$N^2 = g \left[- \frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_t}{\partial z} \right]$$

donde:

N = frecuencia Brunt-Vaisala

g = aceleración de gravedad (9.8 m/s²)

σ_t = Sigma-t

ρ = densidad (kg/m³)

z = profundidad (m)

N fue graficada en la forma N/2 π , de modo que los valores de estratificación quedaron expresados en ciclos/hora. Se utilizó Sigma-t debido al bajo efecto de la presión sobre la densidad en los primeros 600 m de profundidad.

Las velocidades geostróficas se calcularon de acuerdo a la metodología indicada en Pond y Pickard (1983), con este se método calcula la velocidad geostrófica perpendicular al gradiente de presión entre dos estaciones de una misma profundidad.

El estudio incluye una transecta aproximadamente zonal que abarcó desde 75°W hasta 78.8°W (alrededor de 350 km) efectuada del 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006. Esta transecta permitió dar el marco de mayor escala de la estructura hidrográfica de las masas de agua en el archipiélago Juan Fernández.

3. RESULTADOS

Los resultados se inician con un análisis de una transecta zonal desde 75°W hasta 78.8°W (alrededor de 350 km) efectuada entre el 24 de agosto y el 2 de septiembre de 2006. Con esta transecta se presenta el marco general de mayor escala de la estructura hidrográfica de las masas de agua en el archipiélago Juan Fernández.

3.1. Transecta zonal (75°W hasta 78.8°W).

i) *Perfiles verticales*

En esta transecta se realizó un total de nueve estaciones (Figura 27). La estructura vertical de temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto de estas estaciones se presentan en la Figura 28. La temperatura mostró patrones diferentes en los primeros 200 m con termoclinas cercanas a los 100 y 150 m. Bajo los 200 m los perfiles adquieren un patrón más uniforme con un descenso paulatino de la temperatura desde 10°C hasta llegar a 4°C en la profundidad de 950 m. Un leve cambio de pendiente en el perfil de temperatura se observó alrededor de los 500 m de

profundidad. El mínimo superior de salinidad fluctuó entre los 100 hasta 200 m de profundidad aproximadamente, con valores mínimos cercanos a 33,8. A lo largo de esta transecta se observó que el núcleo de las Aguas Ecuatoriales Subsuperfial (AEES) varió entre una profundidad de 200 hasta 350 m con valores máximos de 34,6. Por su parte, el contenido de oxígeno disuelto de la capa superficial (primeros 60 m) se mostró relativamente constante y en torno a los 4,2 ml/L.

La mínima de oxígeno se observó entre los 150 a 350 m, con valores entre 0,3 ml/l y 2 ml/L. Entre 300 a 600 m de profundidad el contenido de oxígeno presentó un aumento hasta cerca de 3,4 ml/L. Bajo los 600 m el oxígeno disuelto nuevamente disminuyó hasta llegar a cerca de 2 ml/L a una profundidad cercana a los 950 m.

ii) *Transecta zonal*

La transecta zonal con los perfiles indicados anteriormente se muestran en la Figura 29. La capa superior del océano mostró un espesor variable entre 0 y 140 m con temperaturas entre 14 a 15°C; salinidades entre 34,0 y 34,2 y contenido de oxígeno disuelto cercano a los 4,0 ml/L. De acuerdo a los diagramas TS (Figura 30a) esta capa superficial correspondería a mezcla de Agua Subantártica (ASAA) con Agua Subtropical (AST) más cálida y salina. El mínimo superior de salinidad, con valores entre 33,8 y 34,0, se encontró entre 50 y 200 m de profundidad. En este estrato de profundidad tanto el oxígeno disuelto como la temperatura disminuyeron. Bajo los 180 m se encontraron las AEES con un espesor variable y un núcleo centrado en alrededor de los 250 m con temperatura entre 10,0 y 11,0°C, salinidad entre 34,4 y 34,6 y contenido de oxígeno entre 0,5 y 2 ml/L.

Es destacable en la distribución zonal de esta masa de agua un núcleo de mayor espesor encontrado entre las longitudes de 75° y 76,5° W y una probable intensificación de otro núcleo en torno a los 78° W. Esta distribución puede corresponder a propagaciones de ondas planetarias o giros de mesoescala del orden de los 100 a 200 km. El límite inferior de las AEES bordeó la cúspide de algunos montes submarinos. Bajo las AEES se ubicó el Agua Intermedia Antártica (AIA) con temperaturas de 5°C y salinidades de 34,3 (Figura 30a).

La mayor estratificación en la columna de agua se ubicó entre 80 y 180 m de profundidad con valores superiores a 7 ciclos/hora. En general es en este estrato donde se ubica la termoclina y haloclina principal (Figura 30b).

iii) *Velocidades geostróficas*

La transecta zonal se complementó con secciones de la anomalía geopotencial, velocidad geostrófica y Sigma-t (Figura 31). El campo de densidad mostró variaciones laterales bajo los 120 m de profundidad los cuales generaron flujos geostróficos meridionales que alternaron su dirección y cuyas velocidades fluctuaron entre -15 a 10 cm/s. Valores negativos indican corrientes hacia el sur.

3.2. Monte submarino JF1

3.2.1. Crucero Invierno

Durante el periodo de invierno este monte submarino fue muestreado en dos oportunidades (1 de julio y 1 de septiembre 2006) con cuatro estaciones en cada muestreo.

i) Perfiles verticales

La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial isotermal en los primeros 50 a 80 m de profundidad (Figura 32) con temperaturas relativamente altas, cercanas a los 17°C. Bajo esta capa de mezcla se ubicó la termoclina entre 100 y 200 m de profundidad, aproximadamente. En este rango de profundidad la temperatura baja en 6°C (desde 16 hasta 10°C). Desde 200 hasta 550 m de profundidad la temperatura ascendió en 4°C (desde 10 hasta 6°C).

La salinidad de la capa superficial fluctuó en torno a los 34,0 a 34,3. El mínimo sub-superficial de salinidad se encuentra entre 100 y 200 m, aproximadamente, bajo este mínimo se ubicó una segunda haloclina (entre los 150 hasta los 350 m de profundidad) generada por la presencia de las AESS, en donde la salinidad aumentó con la profundidad hasta cerca de los 34,4. Bajo los 350 m, la salinidad nuevamente disminuyó (Figura 32).

La capa superficial mostró un contenido de oxígeno disuelto en torno a los 4,2 ml/L (primeros 180 m de profundidad) con una oxiclina pronunciada entre los 180 y 300 m. La mínima de oxígeno (cercano a 1,4 ml/L) fue consistente con el máximo de salinidad entre los 300 a 350 m de profundidad, indicando la presencia de AESS (Figura 32).

La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial isotermal en los primeros 80 m de profundidad (Figura 33) con temperaturas más bajas que el crucero del 1 de Julio (cerca de 14 a 15°C). En esta oportunidad la estación JF2_4, ubicada hacia el este del monte JF1, presentó una capa de mezcla más profunda (cerca de 110 m) con aguas cerca de 1°C más cálida que las cercanas al monte JF1. Por su parte, la estación JF1_2Ref, ubicada sobre el monte JF1, presentó una capa de mezcla más somera (alrededor de 40 m) con una pequeña termoclina en 50 m. Bajo la capa de mezcla se ubicó la termoclina entre 80 a 150 m de profundidad.

Los perfiles de salinidad confirmaron que la estación ubicada hacia el este del monte JF1 (JF2_4) presentó una estructura vertical diferente con el mínimo sub-superficial de salinidad ubicado unos 80 m más abajo que el resto de las estaciones y una capa superficial más salina (cerca de 34,2). Bajo este mínimo sub-superficial se ubicó una segunda haloclina (entre los 100 hasta los 250 m de profundidad) más profunda en el caso de la estación JF2_4 (Figura 33).

Los perfiles de oxígeno disuelto también mostraron una estación JF2_4 diferente al resto, con una mínima de oxígeno menos pronunciada (cercana a 2,0 ml/L) y un poco más profunda en la columna de agua (Figura 33).

ii) Diagramas TS y estratificación

Los diagramas TS durante el crucero del 1 de julio mostraron el predominio de ASAA en la capa sub-superficial con influencia de aguas más cálidas y salinas en la capa superficial (Agua Subtropical, AST). Las AESS se presentaron más debilitadas con salinidades cercanas a 34,4 y temperaturas cercanas a los 9°C (Figura 34a). La estratificación mostró un máximo cercano a los 100 m y otro aproximadamente a los 180 m de profundidad (Figura 34b).

Durante el crucero del 1 de septiembre continuó el predominio de ASAA en la capa sub-superficial con menor influencia de AESS en la estación JF2_4. La estratificación mostró valores mayores entre 100 a 200 m de profundidad (Figura 35b).

3.2.2. Crucero Primavera.

Durante la época de primavera este monte submarino se muestreó en una oportunidad (19 al 23 de octubre 2006) utilizando para ello seis estaciones.

i) Perfiles verticales

Durante el crucero del 19 al 23 de octubre se realizó una estación de referencia hacia el suroeste (Sur-Ref_A-1) (Tabla) (ver anexo IV). Esta estación mostró una temperatura y salinidad más baja en los primeros 100 m de profundidad (Figura 36). La termoclina nuevamente se encontró bajo los 100 m de profundidad para el caso de las estaciones sobre el monte JF1.

La salinidad de la capa superficial presentó un rango entre 34,2 y 34,3, para el caso de las estaciones ubicadas sobre el monte JF1. La estación de referencia mostró una salinidad superficial menor, en torno a los 34,1. El mínimo sub-superficial de salinidad se encontró en torno a los 100 y 200 m, con valores entre 33,9 y 34,0. Bajo este mínimo sub-superficial se presentó una segunda haloclina generada por la presencia de las AESS y en donde la salinidad aumentó con la profundidad.

La capa superficial mostró un contenido de oxígeno disuelto en torno a los 4,2 ml/L (primeros 100 m de profundidad) con una oxiclina pronunciada entre los 180 y 250 m.

ii) Diagramas TS y estratificación

Los diagramas TS de este crucero mostraron el predominio de ASAA en la capa sub-superficial (100 a 150 m) con influencia de aguas más cálidas hacia la superficie, probablemente Agua Subtropical (AST). Las AESS presentaron valores típicos de salinidad en torno a los 34,5 a los 250 m de profundidad. La estratificación mostró un máximo entre 100 a 200 m de profundidad (Figura 37).

3.3. Monte submarino JF2

3.3.1. Crucero Invierno.

Durante la época de invierno este monte submarino fue muestreado en dos oportunidades (12 al 17 de julio y 1 de septiembre 2006).

i) Perfiles verticales

Durante el crucero del 12 al 17 de julio las estaciones se ubicaron en dos transectas, perpendiculares entre sí, sobre el monte submarino JF2 (Figura 38). La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial isotermal en los primeros 80 a 100 m de profundidad, con temperaturas entre 15 a 17°C (Figura 39). Bajo esta capa de mezcla se ubicó la termoclina entre 100 y 200 m de profundidad.

La salinidad de la capa superficial (primeros 100 m) presentó un rango de 34,0 a 34,3. El mínimo sub-superficial de salinidad se encontró entre 100 y 200 m. Bajo este mínimo sub-superficial se ubicó una segunda haloclina (entre los 150 hasta los 300 m de profundidad) generada por la presencia de las AESS y en donde la salinidad aumentó con la profundidad hasta cerca de los 34,4. Bajo los 350 m, la salinidad nuevamente disminuyó (Figura 39).

La capa superficial mostró un contenido de oxígeno disuelto entre 4,0 a 4,2 ml/L (primeros 180 m de profundidad) con una oxiclina pronunciada entre los 180 y 300 m. La mínima de oxígeno fue más pronunciada que en JF1 llegando a valores cercanos a 1,0 ml/L y con ubicación consistente con la profundidad del máximo de salinidad entre los 250 a 350 m de profundidad, indicando la presencia de las AESS (Figura 39).

ii) *Transecta zonal*

La distribución zonal de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto se muestra en la Figura 40. La capa superficial isothermal presentó un espesor cercano a los 100 m de profundidad, con valores próximos a los 16°C. Esta capa superficial presentó valores de salinidad en torno a los 34,2. Entre 100 a 200 m se ubicó la termoclina y el mínimo superior de salinidad, con valores menores a 34,0. En relación al oxígeno disuelto, los primeros 200 m de profundidad presentaron valores entre 3 a 4 ml/L. Los mayores valores de salinidad, entre 250 y 400 m ($> 34,4$), tendieron a estar asociados con valores mínimos de oxígeno (< 2 ml/L) indicando la presencia de AEES.

iii) *Velocidad geostrófica norte-sur.*

Al este y oeste del monte JF2 se observaron valores positivos de velocidad geostrófica indicando un flujo de la capa superficial hacia el norte. Sobre el monte JF2, en cambio, el flujo geostrófico tendió hacia el sur (valores negativos; Figura 41).

iv) *Transecta meridional*

La distribución meridional de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto se muestra en la Figura 42 indicando un patrón muy similar al observado en la sección zonal (Figura 40). En general, se apreció una leve profundización del mínimo superior de salinidad hacia el norte. A diferencia del mínimo superior de salinidad el cual no tocó la cúspide del monte JF2, la mínima de oxígeno lo cubrió claramente en la parte superior.

v) *Velocidad geostrófica este-oeste*

Al sur y norte del monte JF2 se observaron valores negativos de velocidad geostrófica indicando un flujo de la capa superficial hacia el este. Sobre el monte JF2, en cambio, el flujo geostrófico tendió hacia el oeste (valores positivos; Figura 43).

Durante el crucero del 1 de septiembre (Marea 3) se efectuaron sólo dos estaciones sobre el monte JF2 según se muestra en la Figura 38. La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial isothermal en los primeros 120 m de profundidad, con temperaturas entre 15 a 16°C (Figura 44). Bajo la capa de mezcla se ubicó la termoclina entre 120 a 220 m de profundidad. Los perfiles de salinidad mostraron una capa superficial hasta 100 m, con valores entre 34,2 y 34,4. El mínimo sub-superficial de salinidad se ubicó entre 120 a 200 m, llegando a valores mínimos de salinidad de 33,9. Bajo este mínimo sub-superficial se ubicó una segunda haloclina donde la salinidad se incrementó hasta 34,4 en torno a los 280 m de profundidad (Figura 44). Los perfiles de oxígeno disuelto mostraron una capa superficial hasta 120 m con oxígeno constante (4,1 ml/L). Bajo los 180 m se encontró la oxiclina con valores de oxígeno que disminuyeron hasta 1,3 ml/L a los 280 m (Figura 44).

vi) *Diagramas TS y estratificación*

Los diagramas TS durante el crucero del 12 al 17 de julio muestran que hubo un predominio de ASAA en la capa sub-superficial (100 a 150 m) con influencia de aguas más cálidas y salinas en la capa superficial (primeros 100 m de profundidad). Las AEES se presentaron más debilitadas con salinidades y temperaturas cercanas a 34,4 y 9°C respectivamente. La estratificación mostró un máximo entre los 100 a 120 m profundidad (Figura 45).

Durante el crucero del 1 de septiembre continuó el predominio de ASAA en la capa sub-superficial (100 a 200 m) con salinidades y temperaturas mayores hacia la capa más superficial y la

influencia de AESS hacia las capas más profundas (alrededor de 300 m de profundidad). La estratificación mostró un máximo entre 100 a 220 m de profundidad (Figura 46).

3.3.2. Crucero Primavera.

Durante la época de primavera este monte fue muestreado en una oportunidad (9 al 14 de octubre).

i) Perfiles verticales

La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial hasta casi 150 m, donde la temperatura no varió en más de 1°C (Figura 47). Bajo esta capa de mezcla se ubicó la termoclina entre 150 y 250 m de profundidad. La salinidad de la capa superficial (primeros 100 m) fluctuó entre 34,2 a 34,3. El mínimo sub-superficial de salinidad se encontró entre 150 y 200 m, con valores entre 33,9 y 34,0. Bajo este mínimo sub-superficial se ubicó una segunda haloclina (180 a 300 m de profundidad) generada por la presencia de las AESS y en donde la salinidad aumentó con la profundidad hasta cerca de los 34,4 (Figura 47). Los perfiles de oxígeno fluctuaron en torno a los 4,2 ml/L en los primeros 150 m de profundidad, con una oxiclina pronunciada entre los 200 y 300 m. La mínima de oxígeno alcanzó valores de 1,8 ml/L con ubicación consistente a la profundidad del máximo de salinidad, en torno a los 300 m de profundidad, indicando la presencia de las AESS (Figura 47).

ii) Diagramas TS y estratificación

Los diagramas TS durante el crucero del 9 al 14 de octubre mostraron el predominio de ASAA en la capa sub-superficial (100 a 150 m) con influencia de aguas más cálidas y salinas en la capa superficial (primeros 100 m de profundidad). Hacia profundidades mayores las AESS se presentaron más debilitadas con salinidades que no superaron los 34,4 y temperaturas entre 9 y 10°C. La estratificación mostró un máximo entre 150 a 250 m de profundidad (Figura 48).

3.4. Monte submarino JF3

3.4.1. Crucero Invierno.

Este monte submarino fue muestreado sólo durante la época de invierno y en dos oportunidades (19 al 24 de agosto y 2 de septiembre 2006).

i) Perfiles verticales

La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial aproximadamente isotermal en los primeros 120 m de profundidad, con temperaturas en torno a los 15°C (Figura 49). Bajo esta capa de mezcla la temperatura descendió paulatinamente hasta los 5°C a 650 m de profundidad. La salinidad de la capa superficial (primeros 100 m) fluctuó entre 34,1 a 34,2. El mínimo sub-superficial de salinidad se encontró entre 150 y 200 m, con valores entre 33,9 a 34,0. Bajo este mínimo se ubicó una segunda haloclina (200 hasta 300 m de profundidad) generada por la presencia de las AESS y en donde la salinidad aumentó con la profundidad hasta cerca de los 34,4. Bajo los 350 m, la salinidad nuevamente comenzó a disminuir (Figura 49). La capa superficial mostró un contenido de oxígeno disuelto entre 4,0 a 4,2 ml/L (primeros 180 m de profundidad) con una oxiclina pronunciada entre los 180 y 310 m. La mínima de oxígeno alcanzó valores de 1,5

ml/L y con una ubicación consistente con la profundidad del máximo de salinidad, entre los 300 a 350 m de profundidad, indicando la presencia de las AEES (Figura 49).

Durante el crucero del 2 de septiembre se efectuaron cuatro estaciones, tres sobre el monte JF3 y una hacia el este. La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial isotermal en los primeros 130 m de profundidad, con temperaturas entre 14 a 15°C (Figura 50). Bajo la capa de mezcla se ubicó la termoclina entre 130 a 250 m de profundidad. Los perfiles de salinidad mostraron una capa superficial cercana a los 120 m de espesor, con valores entre 34,1 y 34,2. El mínimo sub-superficial de salinidad se ubicó entre 150 a 200 m, llegando a valores mínimos de salinidad de 33,9. Bajo este mínimo sub-superficial se ubicó una segunda haloclina donde la salinidad incrementó hasta 34,4 al llegar a una profundidad de 320 m (Figura 50). Los perfiles de oxígeno disuelto mostraron una capa superficial hasta 120 m con oxígeno constante cercano a 4,1 ml/L. Bajo los 200 m se encontró la oxiclina con valores de oxígeno que disminuyeron, alcanzando 1,2 ml/L en la profundidad de 320 m (Figura 50).

ii) *Diagramas TS y estratificación*

Los diagramas TS durante el crucero del 19 al 24 de agosto mostraron el predominio de ASAA en la capa sub-superficial (100 a 150 m), con influencia de aguas más cálidas y salinas en la capa superficial (primeros 100 m de profundidad). Las AEES se presentaron debilitadas con salinidades y temperaturas cercanas a 34,4 y 9°C respectivamente. La estratificación mostró un máximo entre los 120 a 250 m profundidad (Figura 51).

Durante el crucero del 2 de septiembre continuó el predominio de ASAA en la capa sub-superficial (100 a 200 m) con salinidades y temperaturas mayores hacia la capa más superficial y la influencia de AEES hacia las capas más profundas (alrededor de 300 m de profundidad). La estratificación mostró un máximo en torno a los 120 m y otro alrededor de los 200 m de profundidad (Figura 52).

3.5. Monte submarino JF4

3.5.1. Crucero Invierno.

Este monte fue muestreado en dos oportunidades, sólo durante la época de invierno (9 de agosto y 2 de septiembre 2006).

i) *Perfiles verticales*

Durante el crucero del 9 de agosto se realizaron tres estaciones hidrográficas sobre el monte JF4. La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial isotermal en los primeros 100 m de profundidad, con temperaturas en torno a los 15°C (Figura 53). Bajo esta capa de mezcla se ubicó la termoclina entre 100 y 200 m de profundidad. La salinidad de la capa superficial (primeros 90 m) fluctuó entre 34,0 a 34,1. El mínimo sub-superficial de salinidad se encontró entre 100 y 180 m, con valores entre 33,8 a 34,0. Bajo este mínimo sub-superficial se ubicó una segunda haloclina (entre 150 a 300 m de profundidad), generada por la presencia de las AEES y en donde la salinidad aumentó con la profundidad hasta cerca de los 34,40. Bajo los 350 m la salinidad disminuyó (Figura 53). La capa superficial mostró un contenido de oxígeno disuelto entre 4,0 a 4,2 ml/L (primeros 180 m de profundidad) con una oxiclina pronunciada entre los 200 y 280 m. La mínima de oxígeno alcanzó valores de 1,2 ml/L con una ubicación consistente con la

profundidad del máximo de salinidad, en torno a los 300 m de profundidad, indicando la presencia de las AESS (Figura 53).

Durante el crucero del 2 de septiembre se efectuaron dos estaciones sobre el monte JF4, tres en línea recta hacia noreste y una hacia el sur (Figura 54). La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial isothermal en los primeros 60 a 130 m de profundidad, con temperaturas entre 14 a 15°C (Figura 55). Bajo la capa de mezcla se ubicó la termoclina entre 80 a 250 m de profundidad. Los perfiles sobre el monte submarino mostraron una capa de mezcla de mayor espesor, llegando casi a los 140 m de profundidad. Al igual que para los perfiles de temperatura, los perfiles de salinidad mostraron estructuras verticales distintas entre aquellos efectuados sobre el monte JF4 y aquellos realizados fuera de él. Los perfiles efectuados sobre el monte submarino evidenciaron una capa superficial isohalina cercana a los 120 m de espesor, con valores en torno a los 34,2 y un mínimo sub-superficial entre 150 a 200 m de profundidad. Los perfiles más alejados del monte JF4 presentaron salinidades superficiales entre 34,0 y 34,1 y un mínimo sub-superficial de salinidad en torno a los 100 a 120 m. Bajo este mínimo sub-superficial se ubicó una segunda haloclina donde la salinidad incrementó hasta 34,6, en el caso de los perfiles efectuados fuera del monte JF4 (Figura 55). Los perfiles de oxígeno disuelto fueron consistentes con los perfiles de salinidad evidenciando estructuras verticales distintas entre los perfiles sobre el monte JF4 y aquellos realizados fuera de éste. Los perfiles realizados fuera del monte JF4 mostraron mínimas de oxígeno más intensas, cercanas a 0,5 ml/L (Figura 55).

ii) *Diagramas TS y estratificación*

Los diagramas TS durante el crucero del 9 de agosto mostraron una ASAA de menor salinidad (alrededor de 33,9) y menor temperatura (entre 11 a 12°C) en la capa sub-superficial, con influencia de aguas más cálidas y salinas hacia la capa superficial. Las AESS se presentaron debilitadas con salinidades y temperaturas cercanas a 34,4 y 9°C respectivamente. La estratificación mostró un máximo en 100 m y 200 m profundidad (Figura 56).

Durante el crucero del 2 de septiembre se observaron diferencias claras entre los perfiles efectuados sobre el monte JF4 y aquellos realizados fuera de éste, que mostraron aguas representativas de las AESS entre 200 a 300 m de profundidad. La estratificación mostró valores mayores entre 80 a 250 m de profundidad (Figura 57).

3.6. Monte submarino JF5

3.6.1. Crucero Primavera.

Este monte fue muestreado en una oportunidad, durante el periodo de primavera (4 al 6 de octubre de 2006).

i) *Perfiles verticales*

Durante el crucero del 4 al 6 de octubre se realizaron tres estaciones hidrográficas. La estructura vertical de temperatura mostró una capa superficial fría con temperaturas entre 13 y 14° C en los primeros 100 m de profundidad (Figura 58). Bajo esta capa de mezcla se ubicó la termoclina entre 120 y 200 m de profundidad. La salinidad de la capa superficial (primeros 90 m) presentó valores bajos, entre 33,9 a 34,0. El mínimo sub-superficial de salinidad se encontró entre 100 y 180 m, con valores cercanos a 33,9. Bajo este mínimo sub-superficial se ubicó una segunda haloclina (entre 130 a 300 m de profundidad) generada por la presencia de las AESS y en donde la salinidad

aumentó con la profundidad hasta valores cercanos a 34,4. Bajo los 350 m la salinidad comenzó a disminuir (Figura 58). La capa superficial mostró un contenido de oxígeno disuelto entre 4,2 a 4,4 ml/L (primeros 120 m de profundidad) con una oxiclina pronunciada entre los 150 y 250 m. La mínima de oxígeno alcanzó valores de 1,2 ml/L, con una ubicación consistente a la profundidad del máximo de salinidad en torno a los 300 m de profundidad, indicando la presencia de las AEES (Figura 58).

ii) Diagramas TS y estratificación

Los diagramas TS durante el crucero del 4 al 6 de octubre mostraron una ASAA de menor salinidad (alrededor de 33,9) y temperaturas en torno a los 12°C en la capa sub-superficial, con influencia de aguas más cálidas y salinas hacia la capa superficial. Las AEES se presentaron debilitadas con salinidades y temperaturas cercanas a 34,4 y 8 a 9°C respectivamente. La estratificación mostró un máximo en 150 m y 220 m profundidad (Figura 59). Otro máximo superficial se observó alrededor de los 40 m de profundidad.

3.7. Monte submarino JF6

3.7.1. Crucero Primavera.

Este monte fue muestreado en una oportunidad, durante el periodo de primavera (5 al 7 de octubre de 2006).

i) Perfiles verticales

Durante el crucero se realizaron ocho estaciones hidrográficas. La estructura vertical de temperatura no mostró una capa de mezcla y termoclina definida. La temperatura disminuyó paulatinamente desde alrededor de 14°C, en superficie, hasta cerca de 8°C a los 300 m de profundidad (Figura 60). La capa superficial (primeros 100 m) presentó valores bajos de salinidad, entre 33,8 a 34,0. El mínimo sub-superficial de salinidad se encontró entre 100 y 150 m, con valores cercanos a 33,8. Bajo este mínimo sub-superficial se ubicó una haloclina pronunciada (entre 140 a 300 m de profundidad) generada por la presencia de AEES y en donde la salinidad aumentó con la profundidad hasta cerca de los 34,40 (Figura 60). La capa superficial mostró un contenido de oxígeno disuelto entre 4,2 a 4,4 ml/L (primeros 100 m de profundidad) con una oxiclina pronunciada entre los 150 y 250 m. La mínima de oxígeno fluctuó entre 0,8 ml/L y 2,0 ml/L y con una ubicación consistente a la profundidad del máximo de salinidad, en torno a los 280 m de profundidad, indicando la presencia de las AEES (Figura 60).

ii) Diagramas TS y estratificación

Los diagramas TS durante el crucero del 5 al 7 de octubre mostraron ASAA de menor salinidad (alrededor de 33,9) y temperaturas en torno a los 12°C en la capa sub-superficial, con influencia de aguas más cálidas y salinas hacia la capa superficial. Las AEES se presentaron debilitadas con salinidades y temperaturas cercanas a 34,4 y 9 a 10°C respectivamente. La estratificación mostró un máximo en torno a los 150 m de profundidad (Figura 61). Otro máximo superficial se observó alrededor de los 50 m de profundidad.

4. DISCUSIÓN

La estructura hidrográfica vertical asociada con una transecta zonal y con un conjunto de bajos (bajos Juan Fernández) corresponde, aproximadamente, con observaciones efectuadas con anterioridad e informadas en el Atlas Oceanográfico de Chile (SHOA, 1996).

En relación a la transecta zonal las temperaturas superficiales típicas para los meses de agosto y septiembre en Chile Central (entre 33 a 34° S), fluctúan entre 14 a 15°C, aproximadamente, concordante con nuestros resultados para este año. Comparado con el año 2005 la capa superficial se observó cerca de 1°C más cálida. El espesor de la capa de mezcla termal fluctuó entre 80 a 140 m, aproximadamente. La salinidad superficial fluctuó en torno a los 34,2 en concordancia con valores históricos de salinidad superficial para esta zona (entre 34,1 y 34,3). Por su parte el oxígeno disuelto superficial fue muy cercano 4 ml/l estando por debajo de lo observado en datos históricos para esta fecha en esta latitud (superior a 5ml/l). Bajo la capa de mezcla predominaron las AESS en profundidades entre 150 a 450 m, con valores típicamente altos de salinidad (cerca de 34,6) y bajos de oxígeno disuelto (alrededor de 1 ml/l). En este estrato de profundidad las AESS aparecen distribuidas en núcleos en donde sus propiedades se intensifican (mayor salinidad y menor oxígeno disuelto). Esta estructura puede corresponder a giros de mesoescala u ondas planetarias tipo Rossby. Destaca, además, que el límite inferior de las AESS bordea la cúspide de algunos montes submarinos.

A lo largo de la transecta zonal el campo de densidad mostró variaciones laterales bajo los 120 m de profundidad los cuales generaron flujos geostroficó meridionales que alternan su dirección y cuyas velocidades fluctuaron entre -15 a 10 cm/s.

Bajo los 550 m de profundidad la salinidad vuelve a disminuir a cerca de 34,3 y el oxígeno a aumentar indicando la presencia de AIA con temperaturas de cercanas a los 5°C.

Las masas de agua en las proximidades de los montes sumergidos variaron levemente entre los montes. En términos generales, se identificó la presencia de Agua SubAntártica Superficial (ASAA) en todas las estaciones en superficie (0-150m aprox). Durante primavera, sin embargo, las ASAA ocurrieron subsuperficialmente en JF1 debido a la presencia de Aguas Subtropicales (AST). Bajo estos primeros estratos más someros viene una zona de termoclina, haloclina y oxiclina y luego las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) hasta ca. 350m de profundidad. Luego, más profundamente, se ubica el agua Intermedia Antártica (AIA) que fue particularmente evidente en JF1. Las transectas sobre JF2 permitieron observar cambios en el patrón de corrientes estimadas geostroficó sobre el monte sumergido. A los flancos este y oeste del monte sumergido se observó un flujo dominante hacia el norte, mientras que sobre el monte el flujo fue hacia el sur. En los sectores norte y sur del monte los flujos fueron hacia el este pero sobre el monte el flujo fue hacia el oeste. Estas características hidrográficas no variaron mayormente entre los años 2005 y 2006, a excepción de una capa superficial relativamente un poco más frías durante el año 2005.

5.- REFERENCIAS

Pond, S. and G. Pickard. 1983. *Introductory Dynamical Oceanography*. Pergamon Press Ltd. 329 págs.

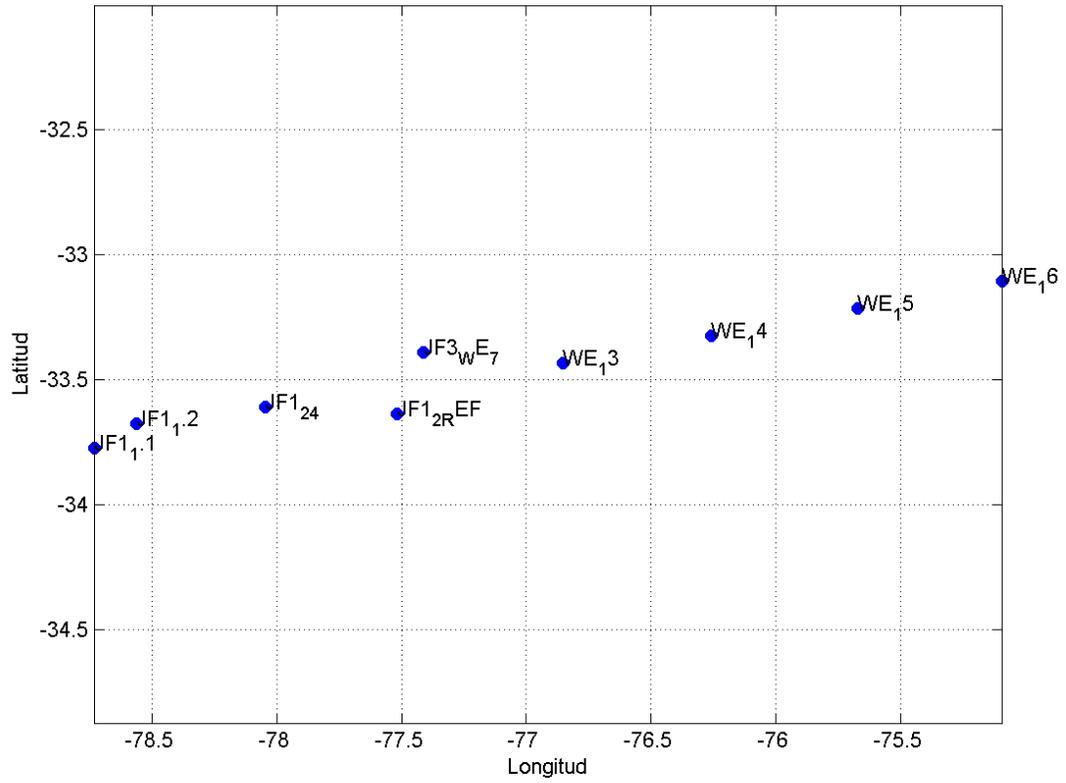


Figura 27. Ubicación estaciones de la transecta zonal desde 75°W hasta 78.8°W. 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006.

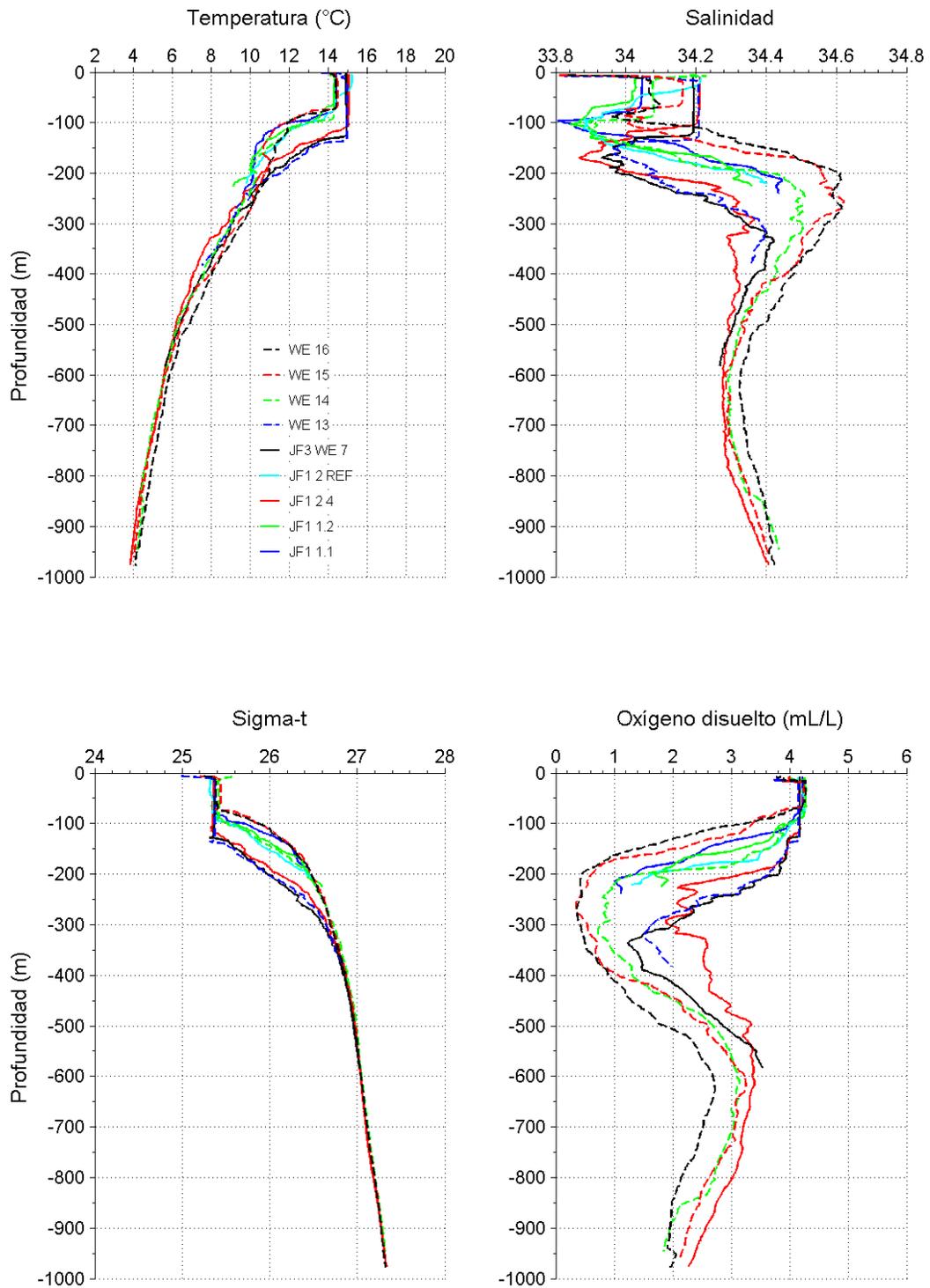


Figura 28. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. Transecta zonal desde 75°W hasta 78.8°W. 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006.

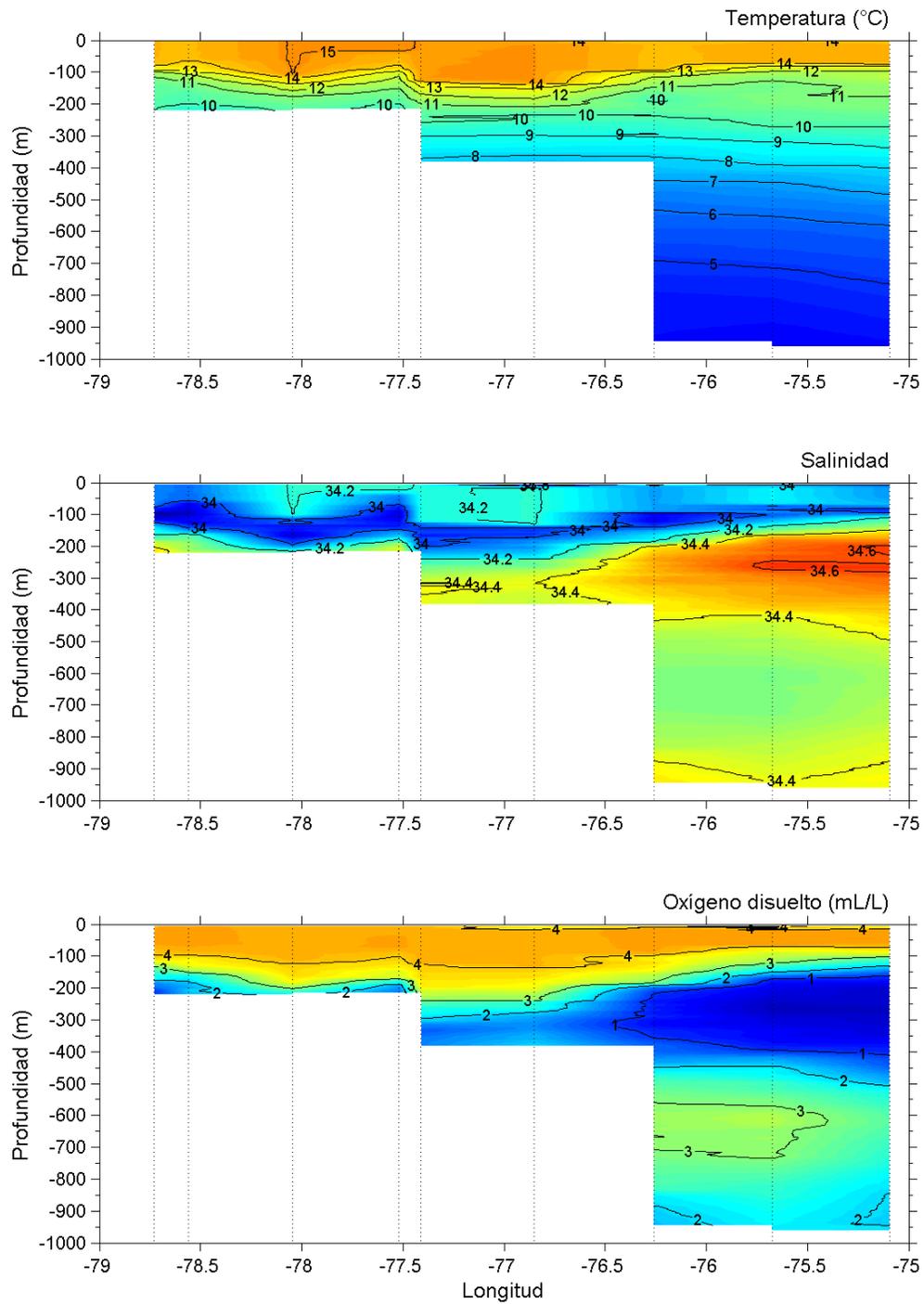


Figura 29. Estructura hidrográfica en la transecta zonal (75°W hasta 78.8°W). 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006. Superior: Temperatura; Centro: Salinidad; Inferior: Oxígeno disuelto.

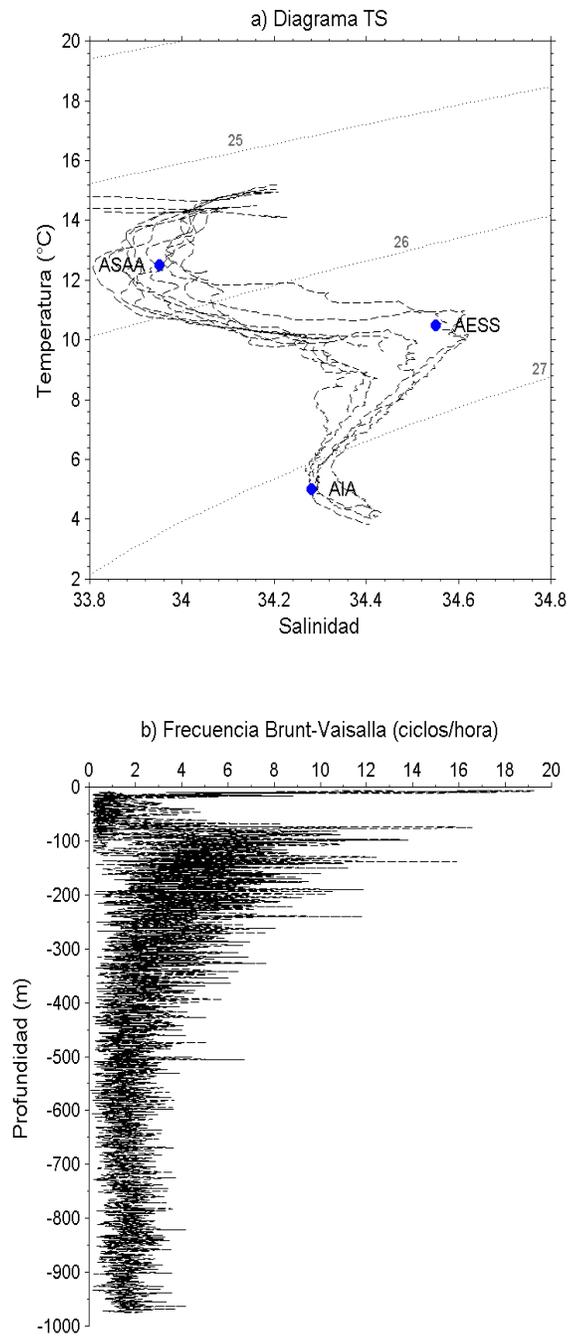


Figura 30. Diagramas TS (superior) y frecuencia Brunt Vaisala (inferior) en la transecta zonal (75°W hasta 78.8°W). 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006.

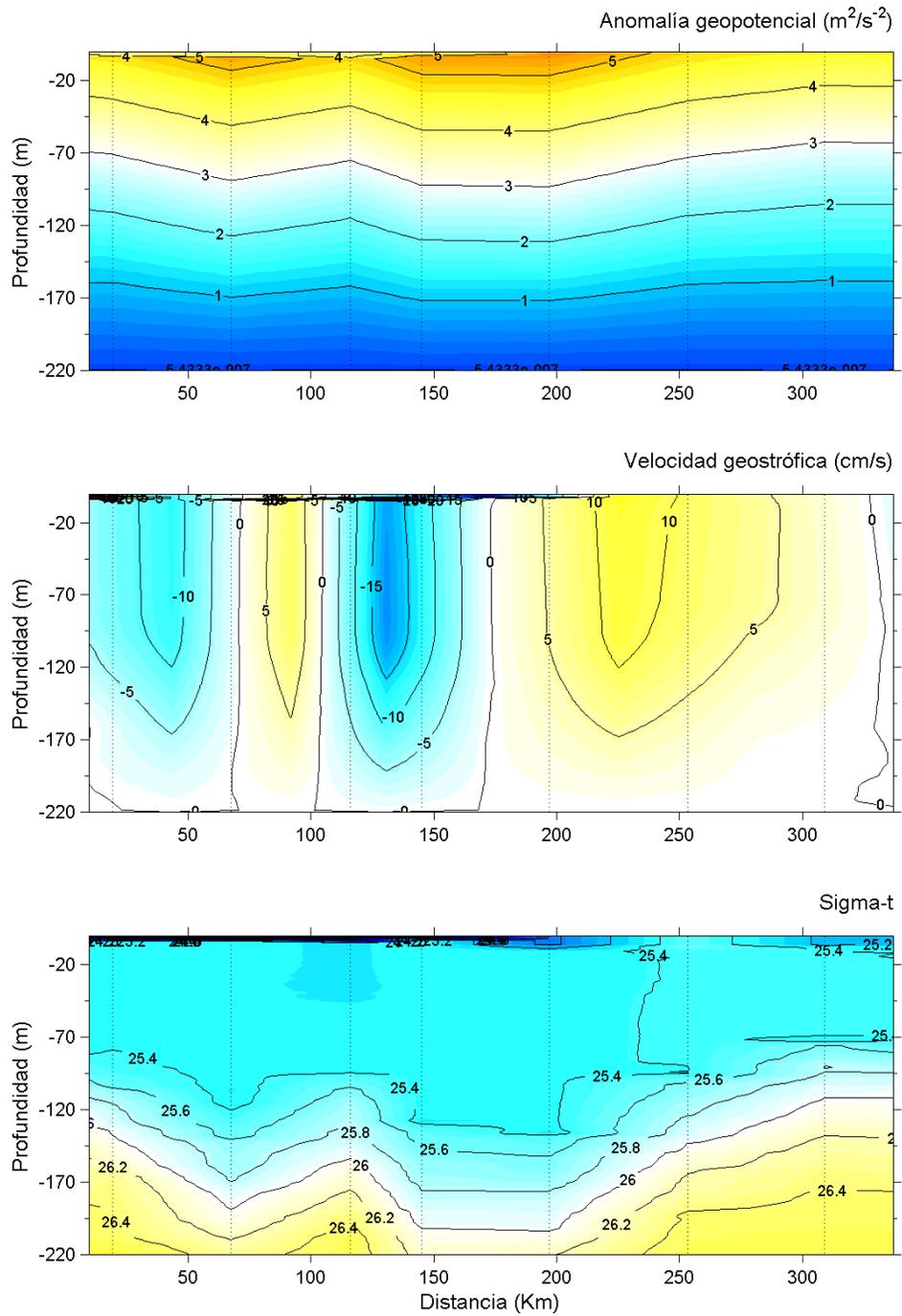


Figura 31. Transecta zonal. Superior: Anomalia geopotencial (m^2/s^2); Medio: Velocidad geostrófica Norte-Sur (en cm/s); Inferior: Transecta zonal meridional de Sigma-t. 24 de agosto al 2 de septiembre de 2006.

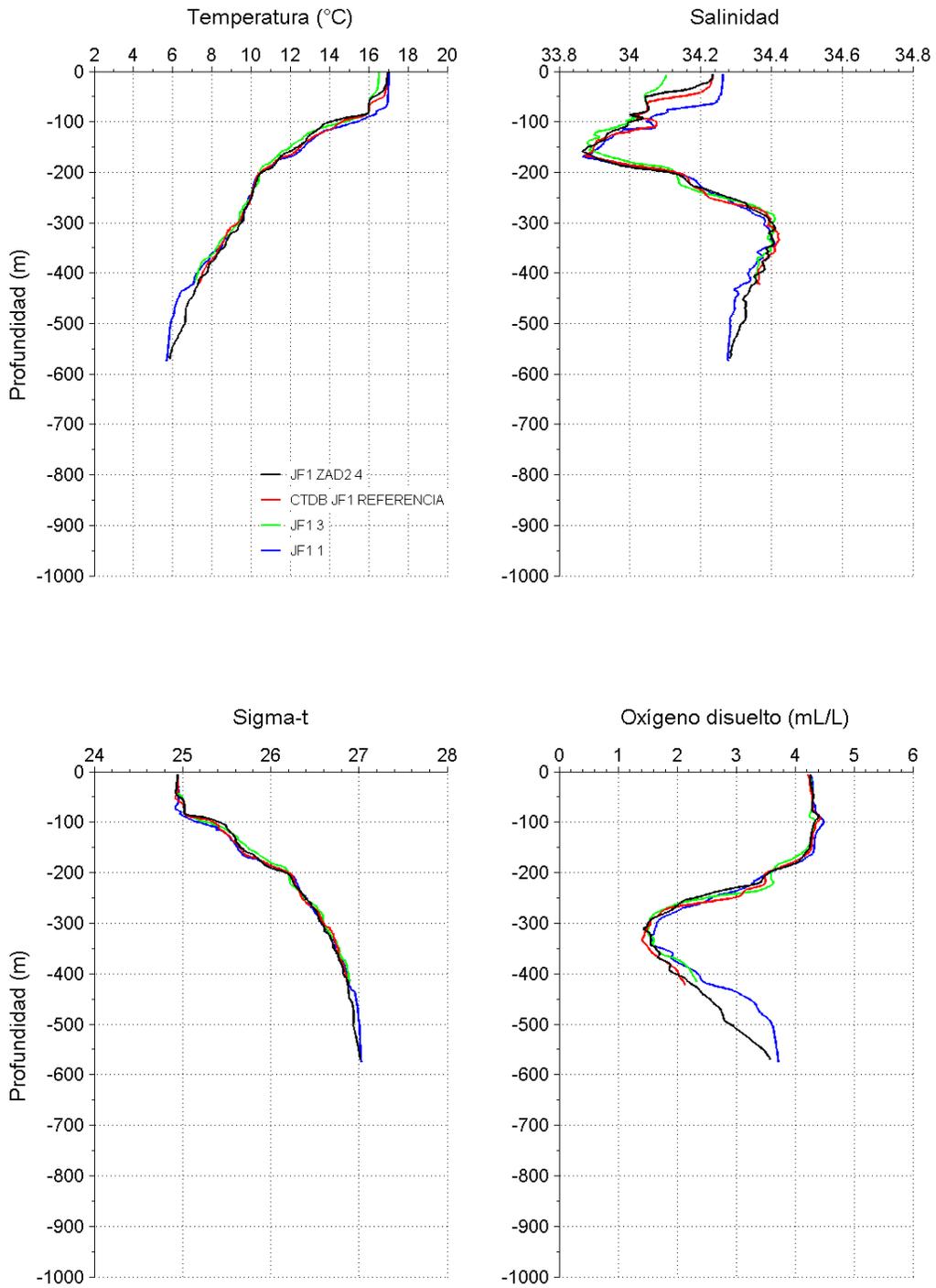


Figura 32. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF1. Crucero de invierno: 1 de Julio de 2006.

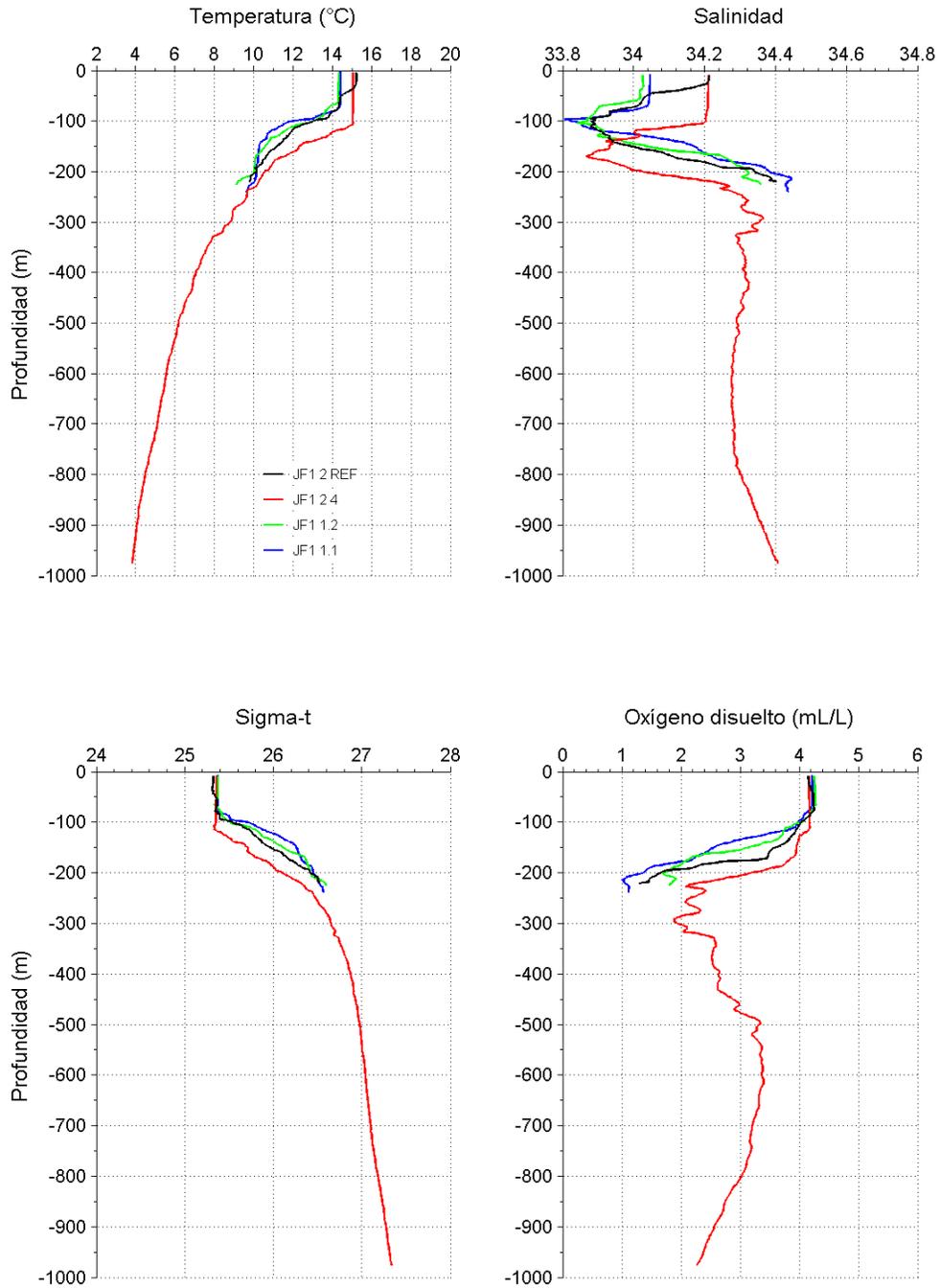


Figura 33. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF1. Crucero de invierno: 1 de septiembre de 2006.

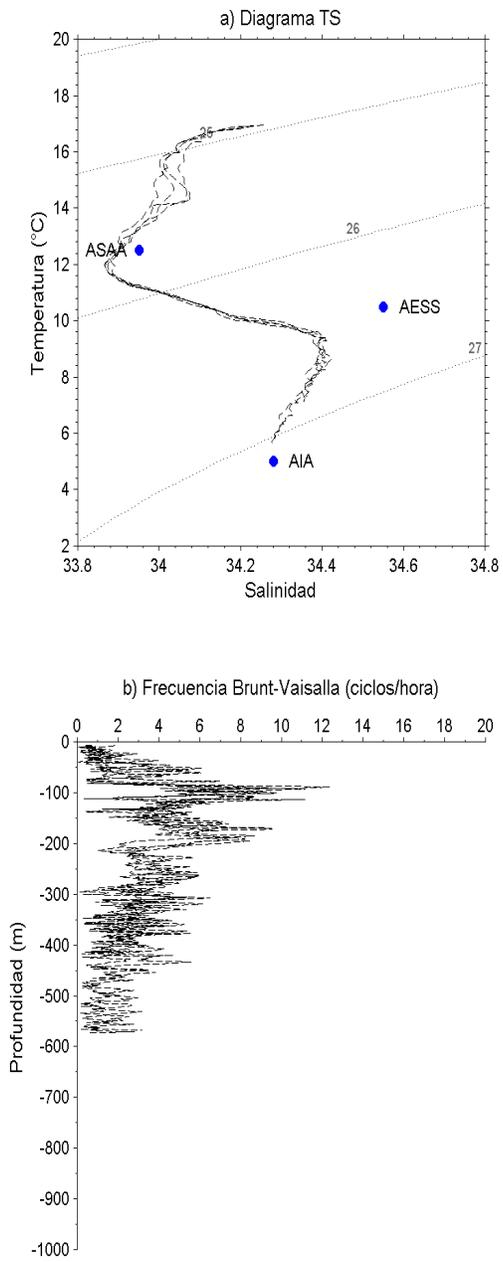


Figura 34. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF1. Crucero de invierno: 1 de julio de 2006.

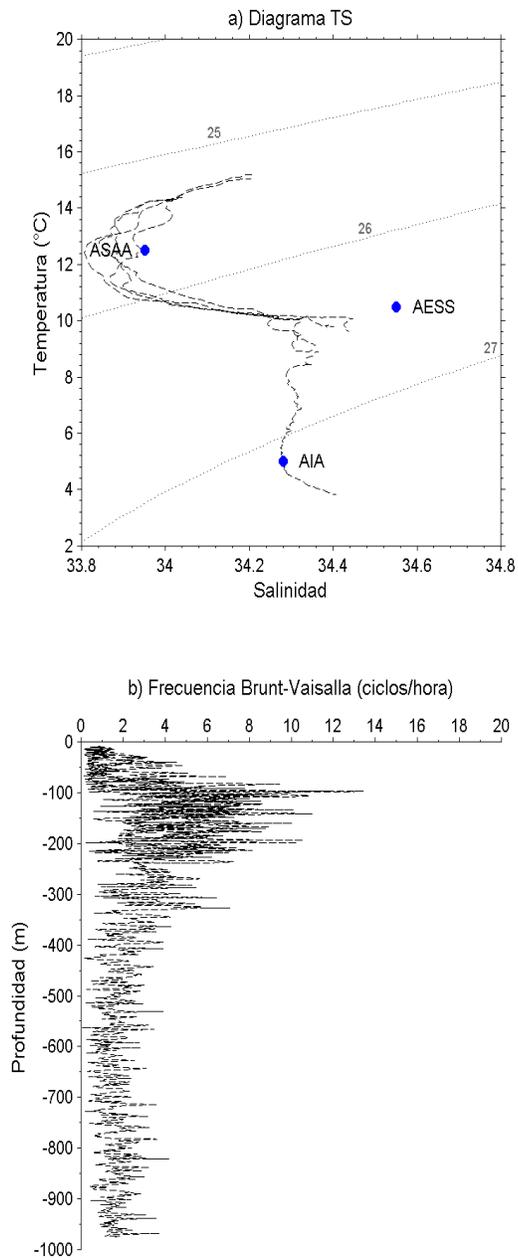


Figura 35. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF1. Crucero de invierno: 1 de septiembre de 2006.

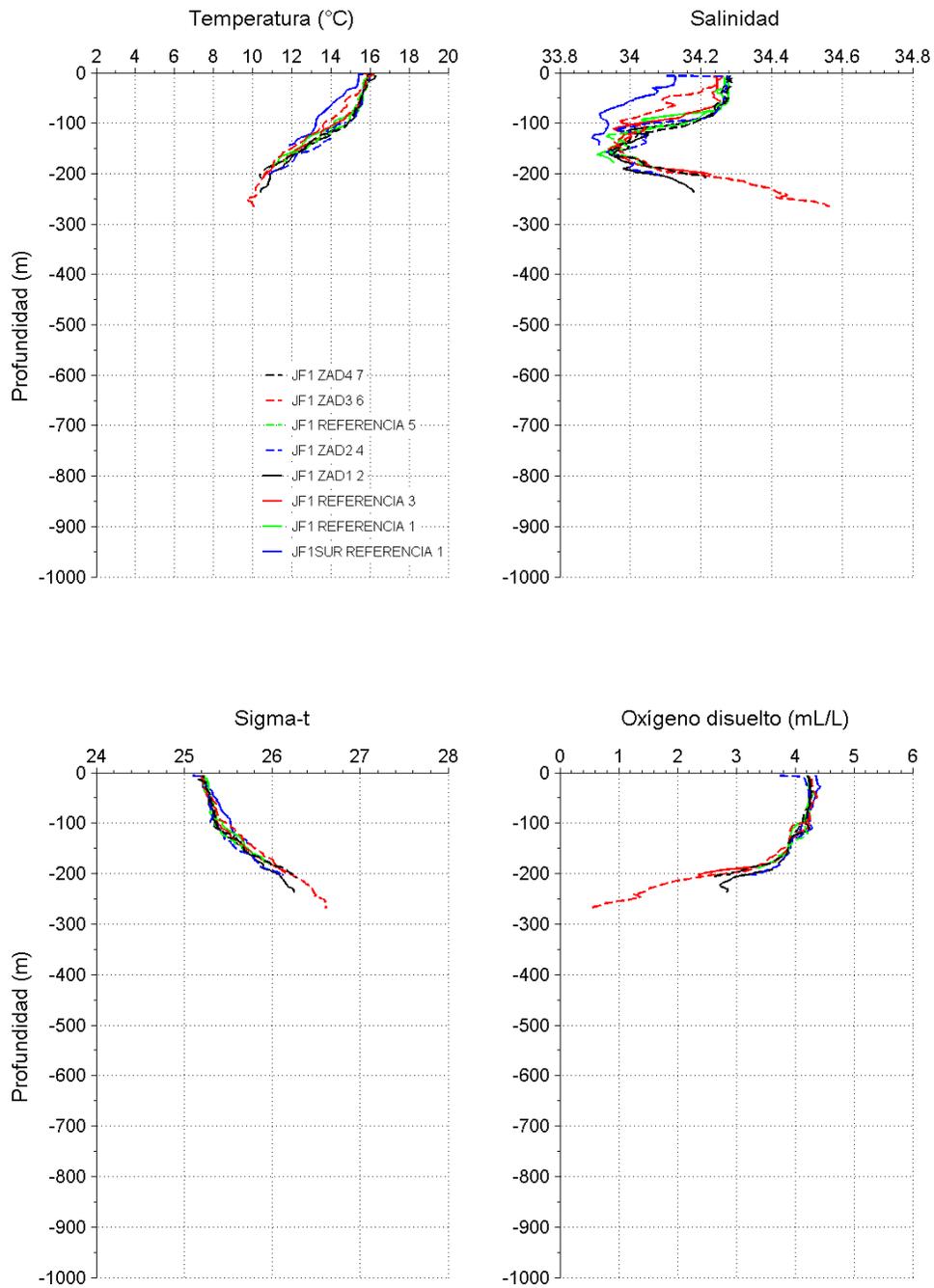


Figura 36. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF1. Crucero de primavera: 19 al 23 de octubre 2006.

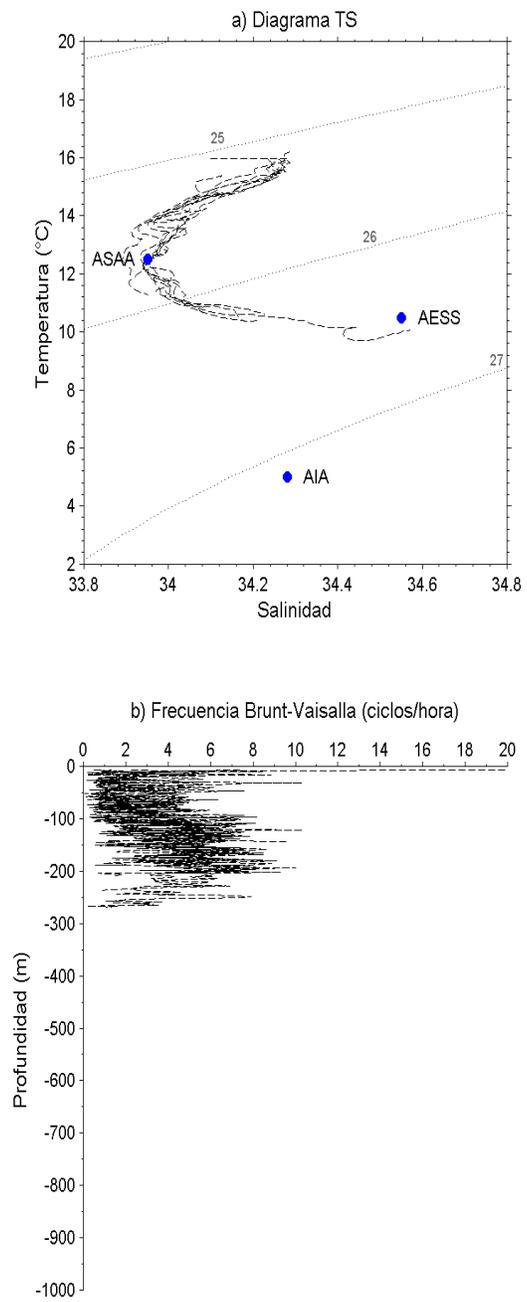


Figura 37. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF1. Crucero de primavera: 19 al 23 de octubre de 2006.

Juan Fernández 2
Crucero 12 al 17 de Julio de 2006. Marea 4

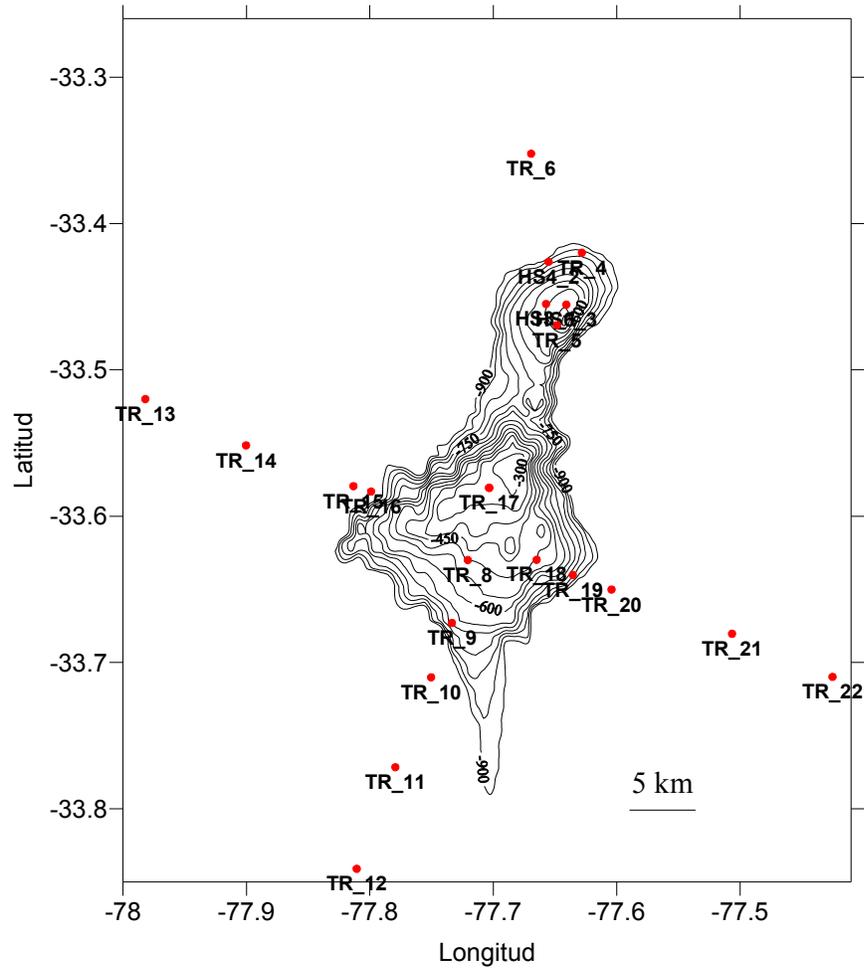


Figura 38. Ubicación de estaciones hidrográficas monte submarino JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.

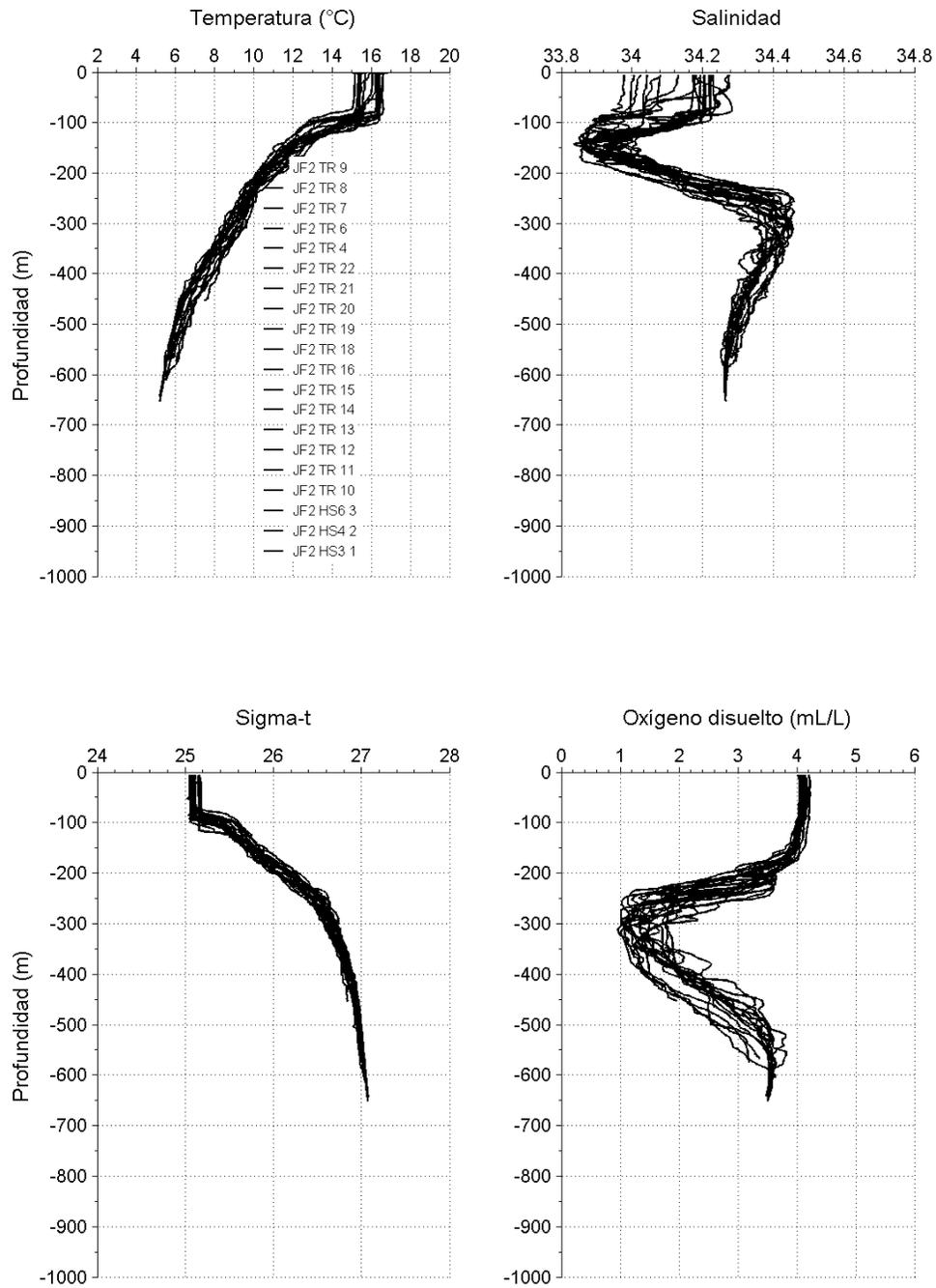


Figura 39. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.

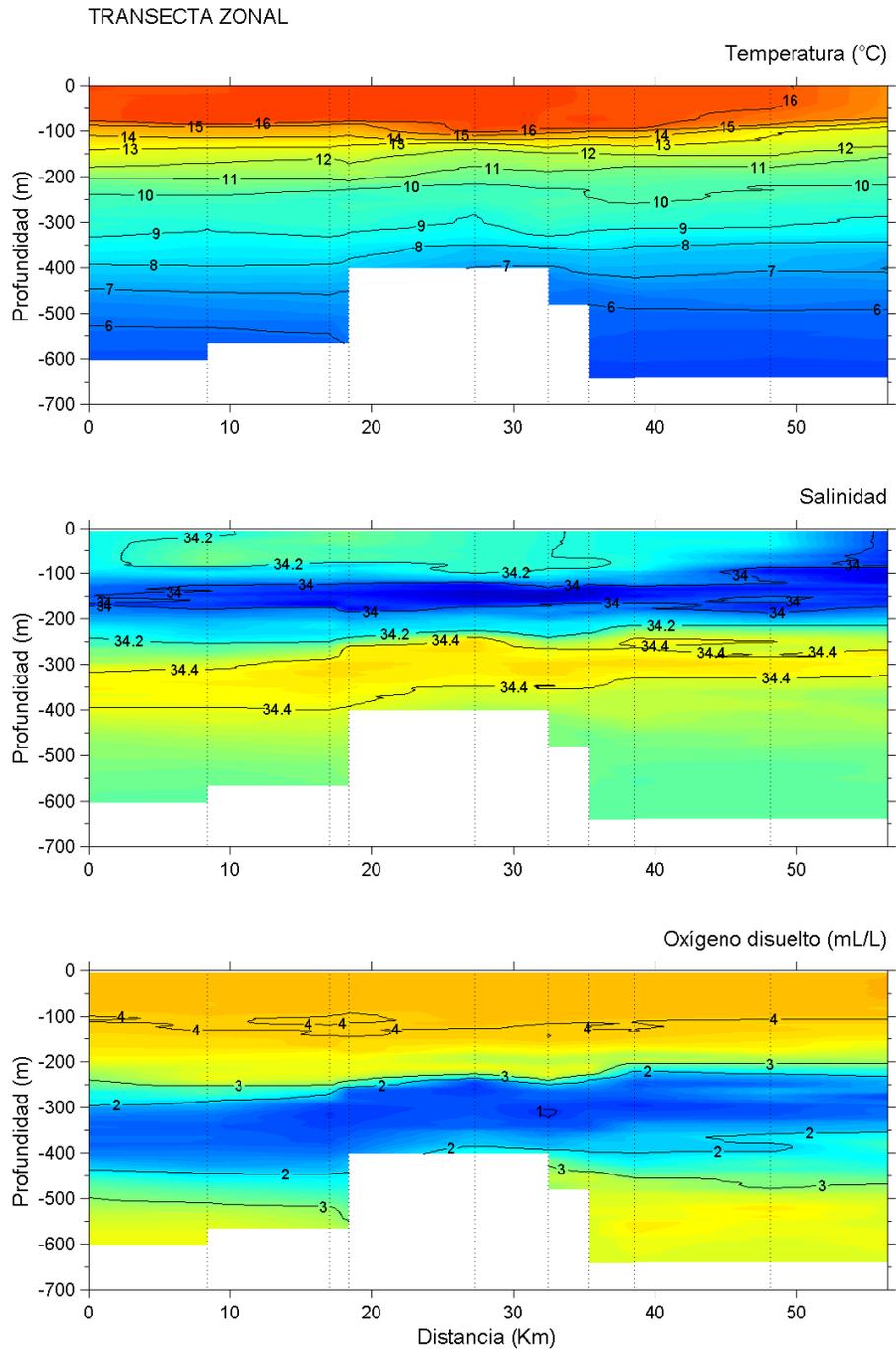


Figura 40. Transecta zonal de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.

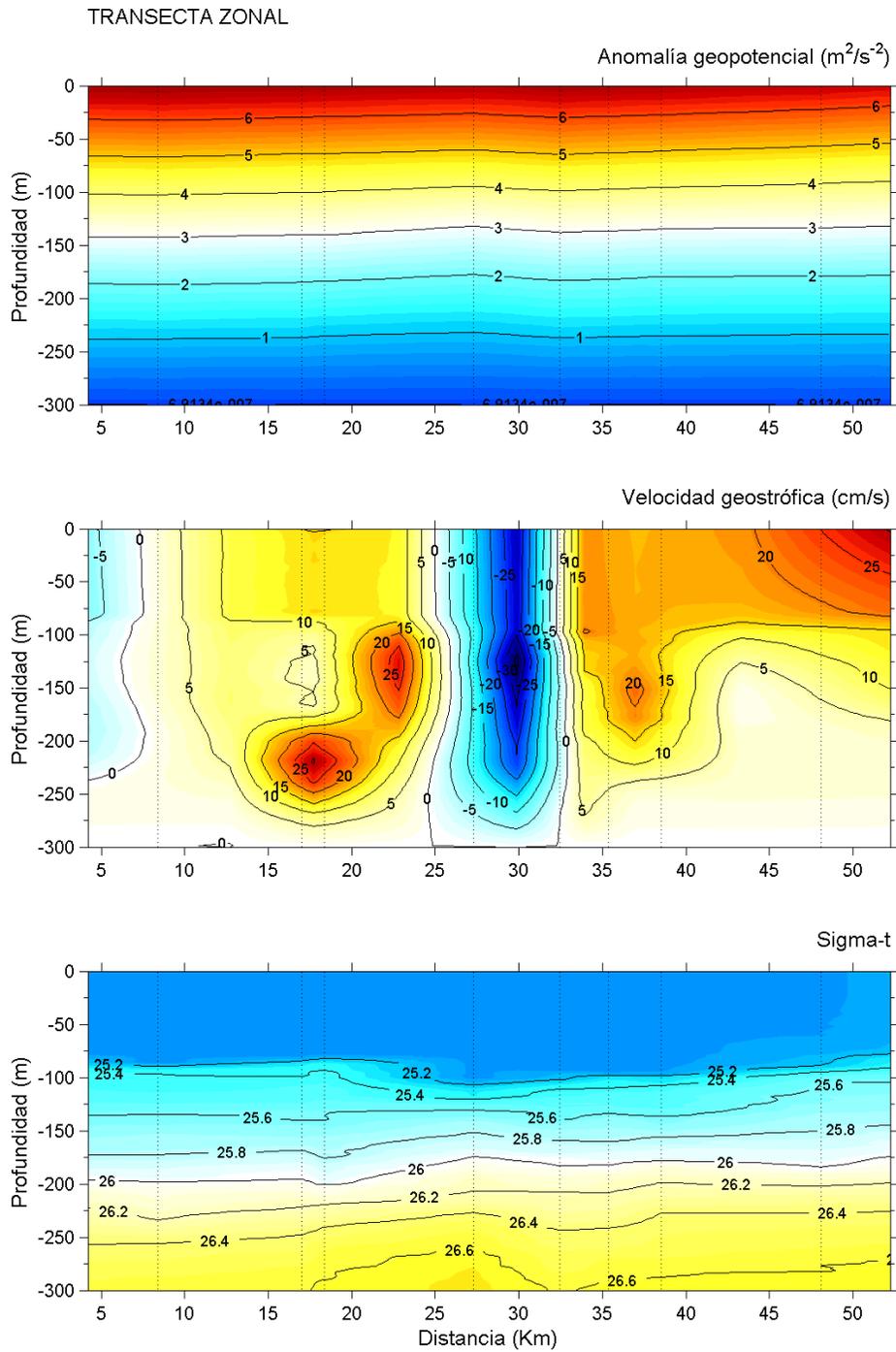


Figura 41. Transecta zonal. Superior: Anomalia geopotencial (m^2/s^2); Medio: Velocidad geostrófica Norte-Sur (en cm/s); Inferior: Sigma-t. 12 al 17 de julio de 2006.

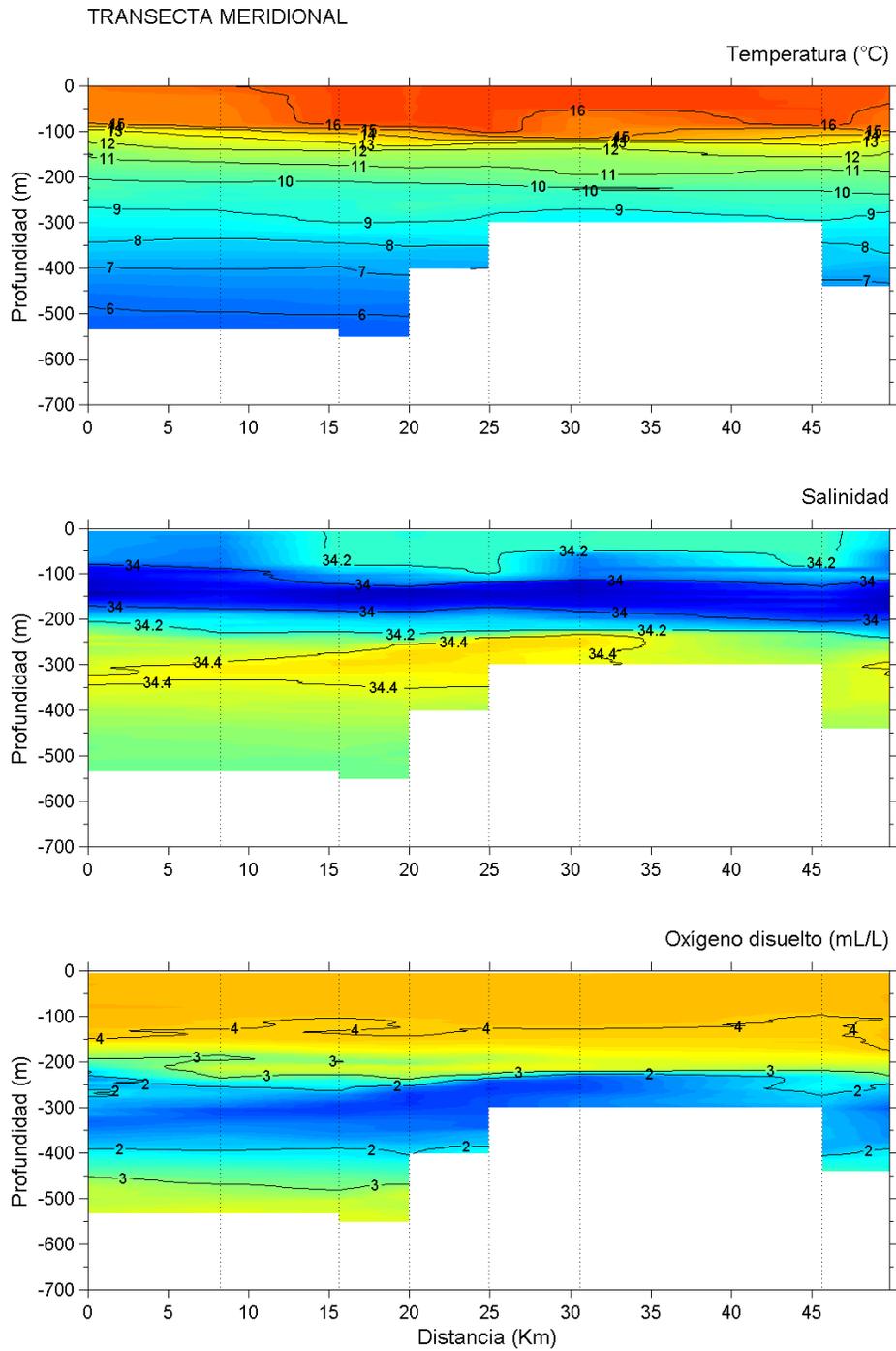


Figura 42. Transecta meridional de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.

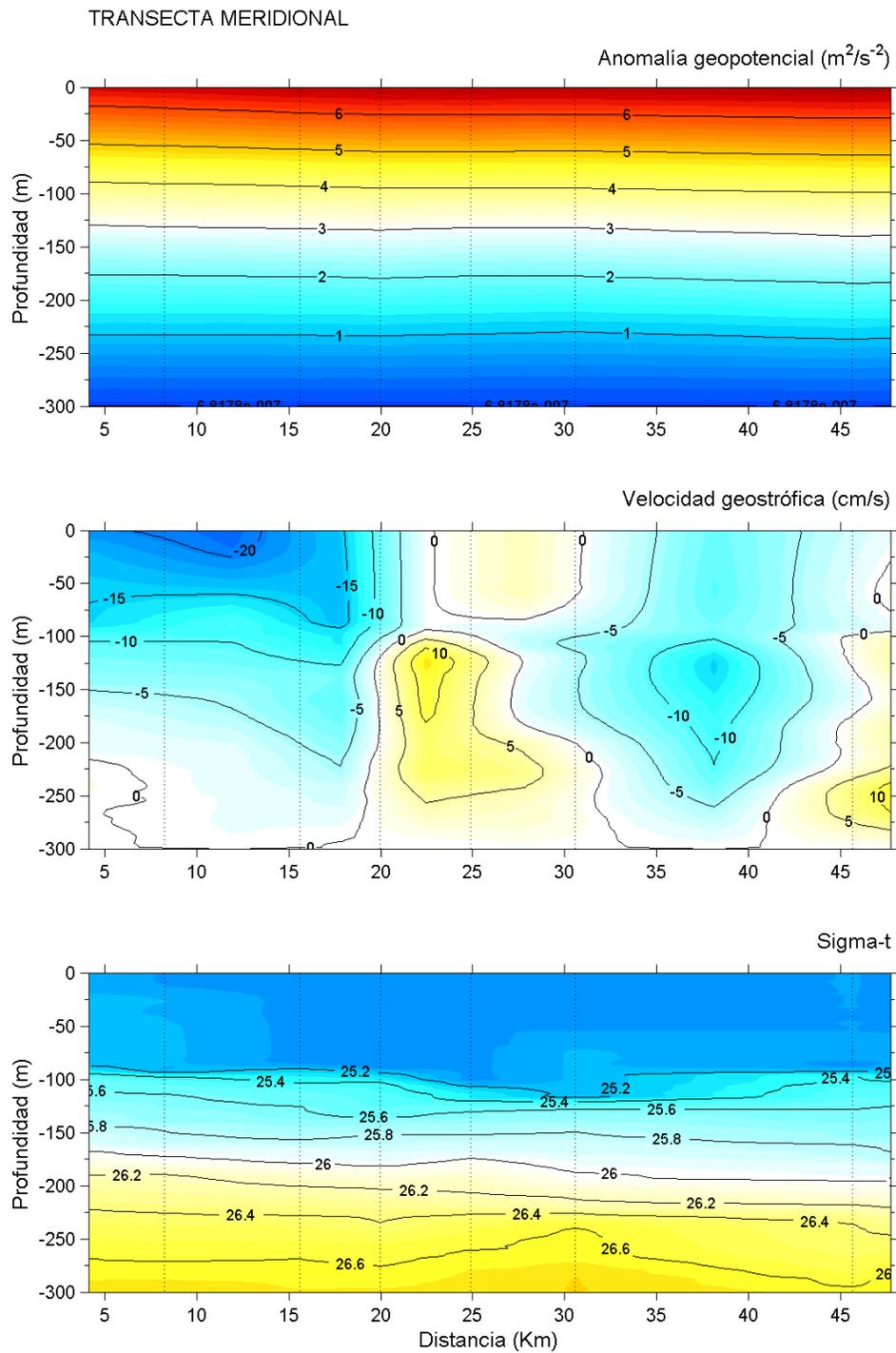


Figura 43. Transecta meridional. Superior: Anomalia geopotencial (m^2/s^2); Medio: Velocidad geostrofica Este-Oeste (en cm/s); Inferior: Sigma-t. 12 al 17 de julio de 2006.

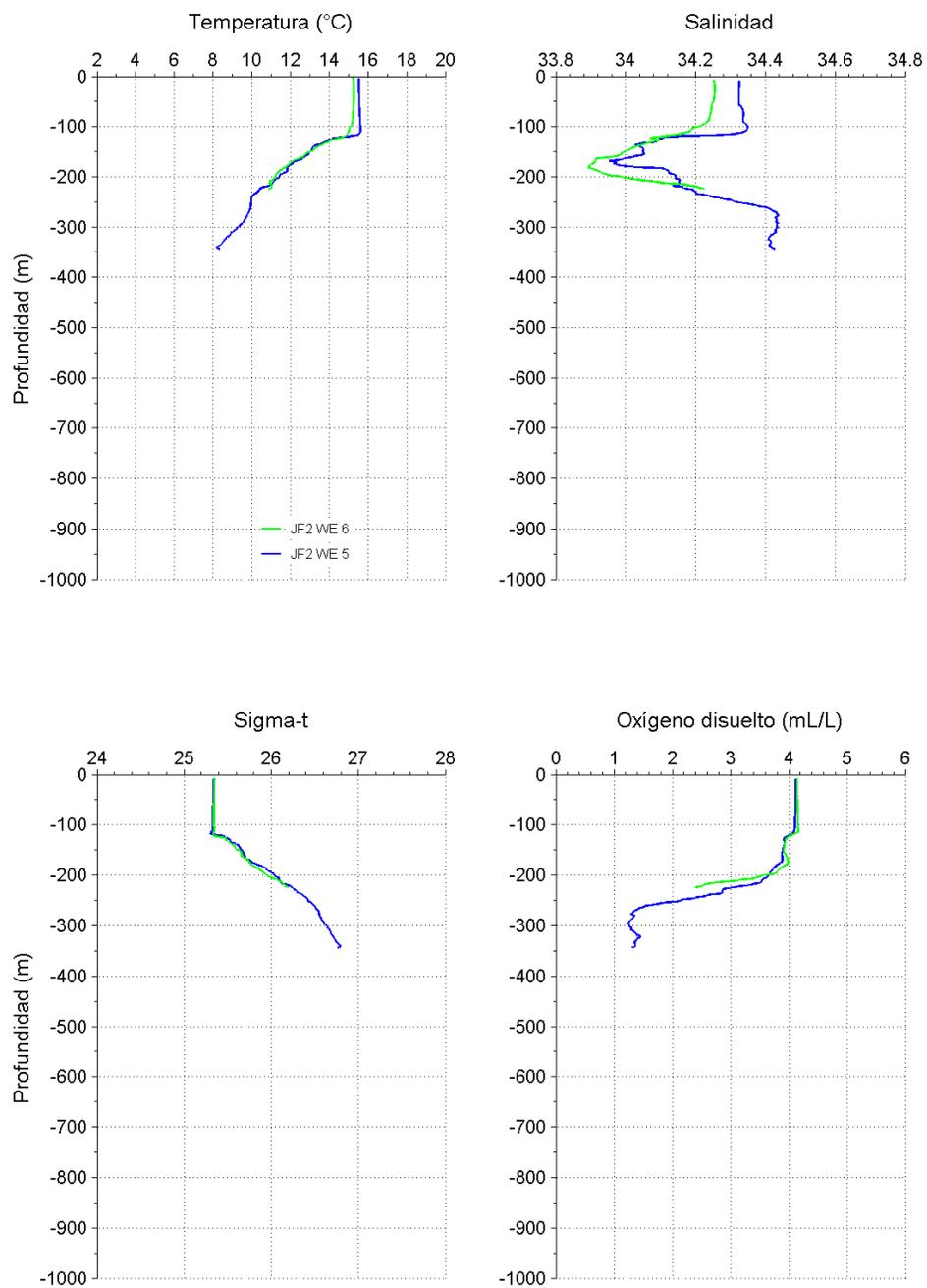


Figura 44. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto en el monte submarino JF2. Crucero de invierno: 1 de septiembre de 2006.

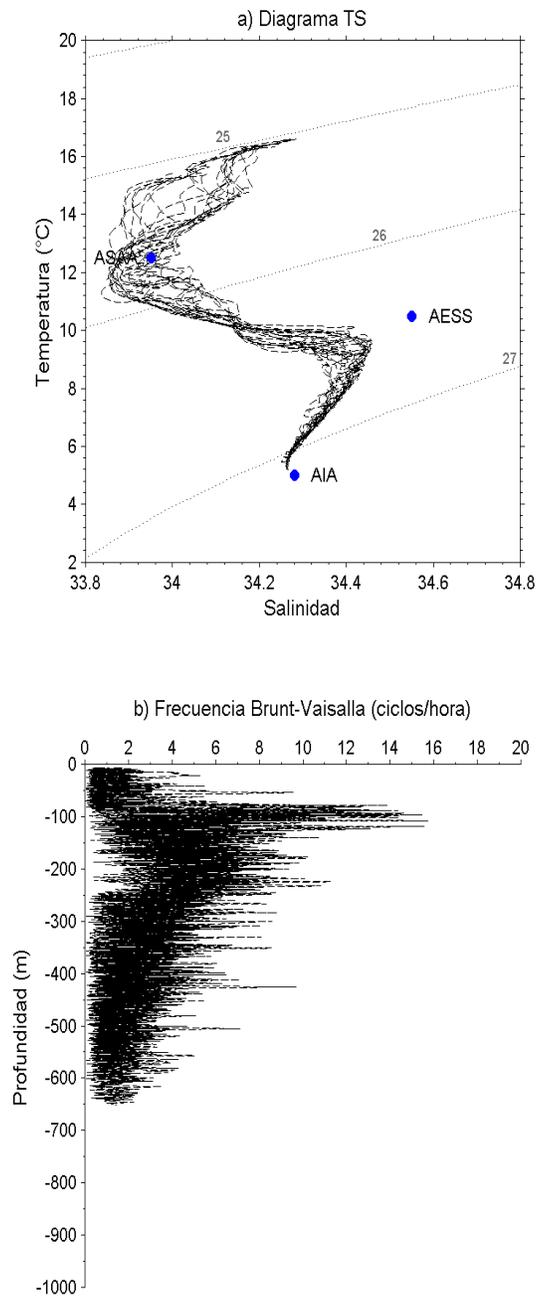


Figura 45. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF2. Crucero de invierno: 12 al 17 de julio de 2006.

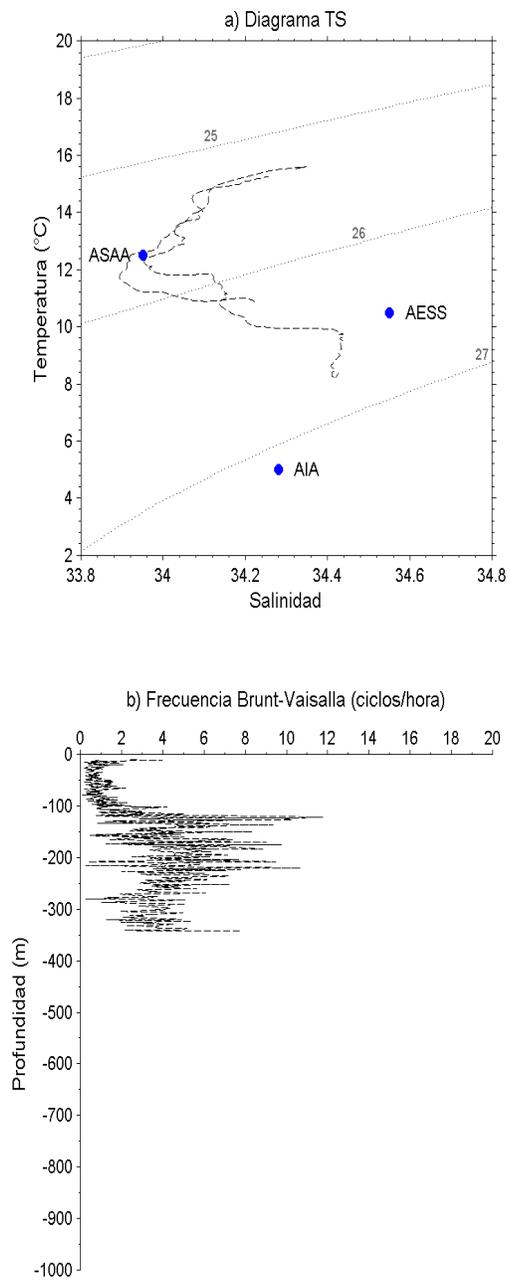


Figura 46. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF2. Crucero de invierno: 1 de septiembre de 2006.

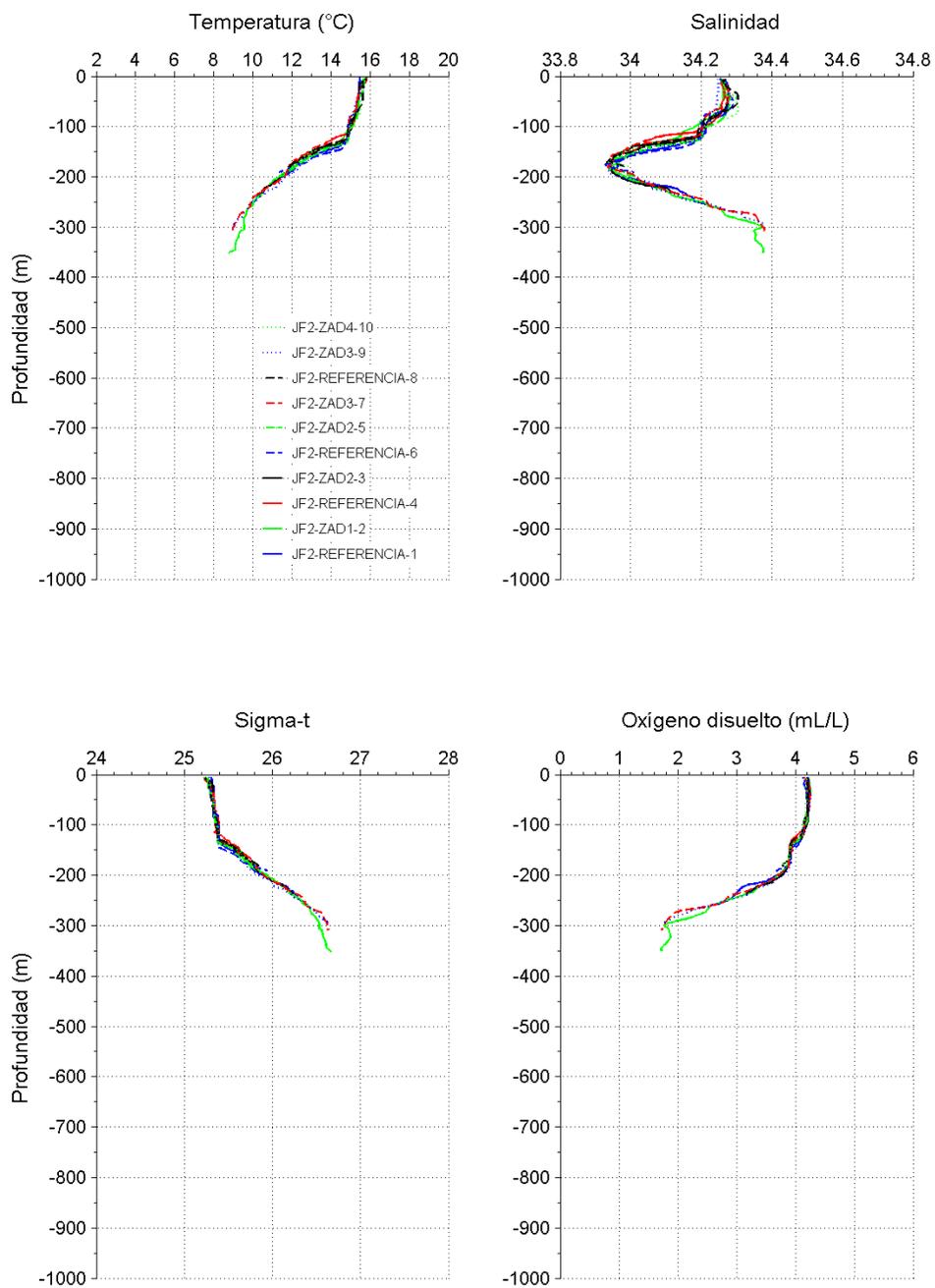


Figura 47. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF2. Crucero de primavera: 9 al 14 de octubre de 2006.

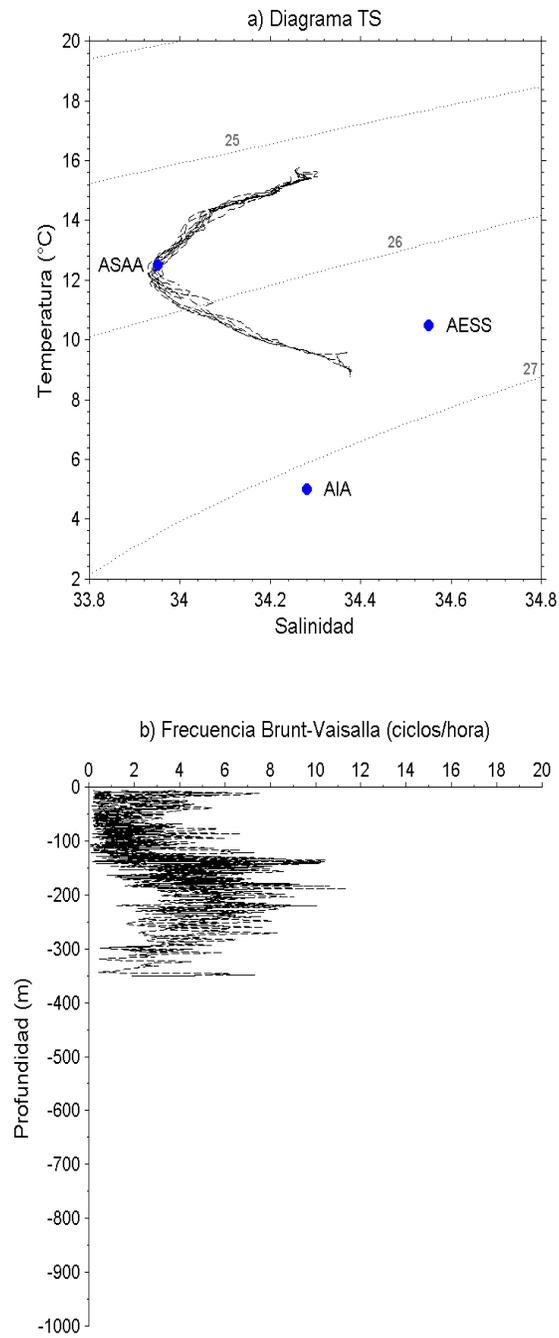


Figura 48. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF2. Crucero de primavera: 9 al 14 de octubre de 2006.

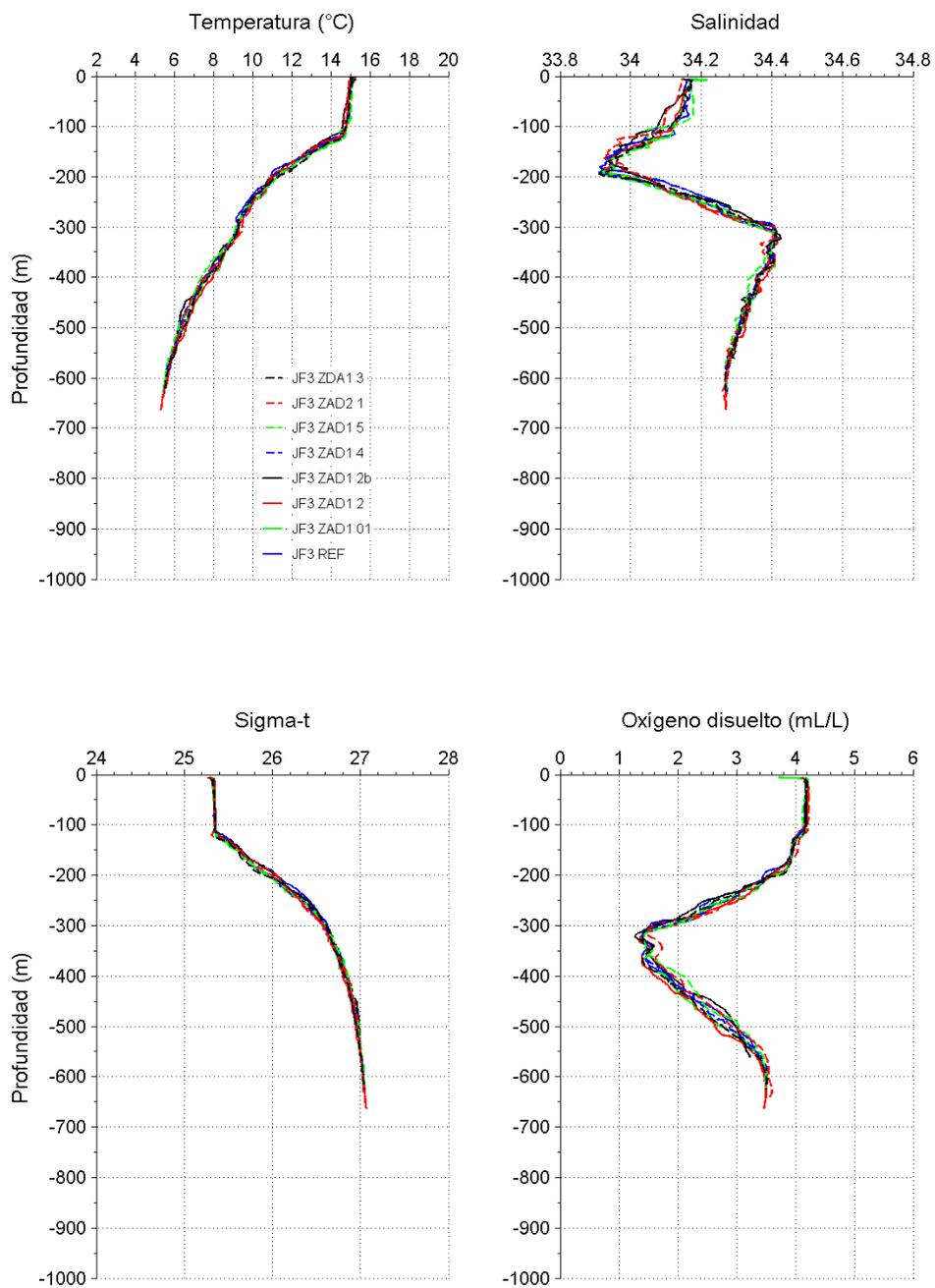


Figura 49. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF3. Crucero de invierno: 19 al 24 de agosto de 2006.

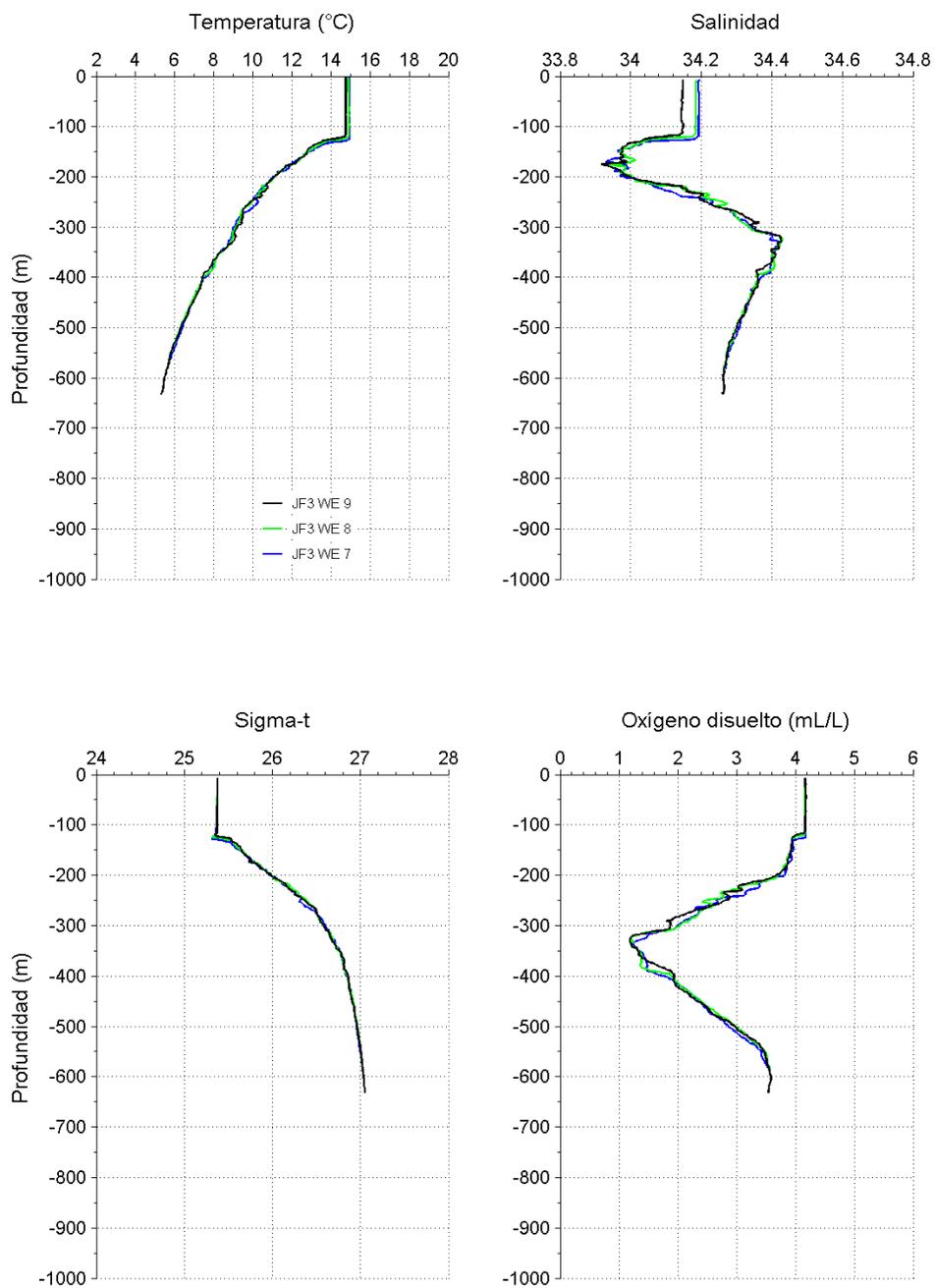


Figura 50. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF3. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.

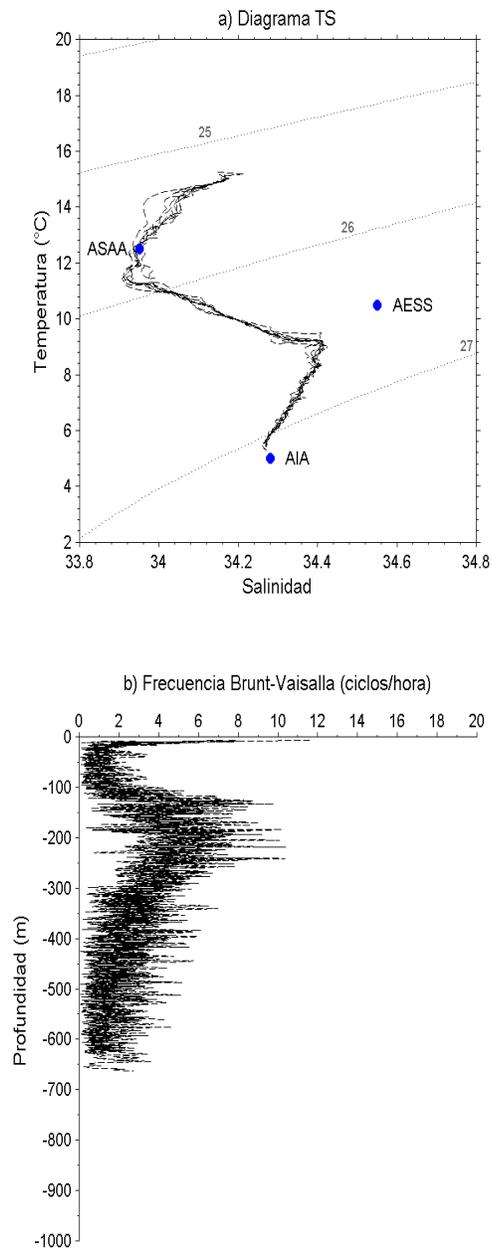


Figura 51. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF3. Crucero de invierno: 19 al 24 de agosto de 2006.

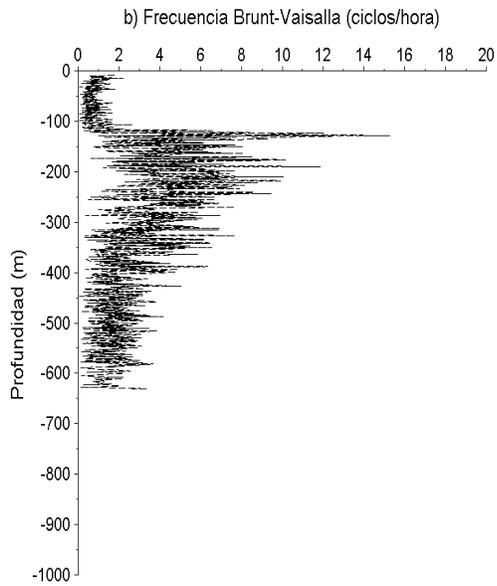
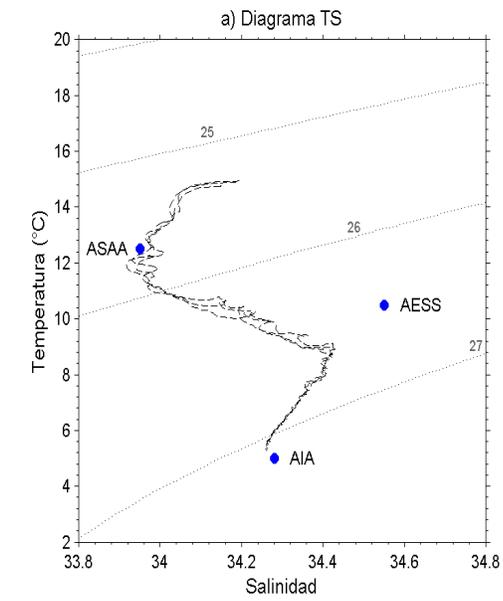


Figura 52. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF3. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.

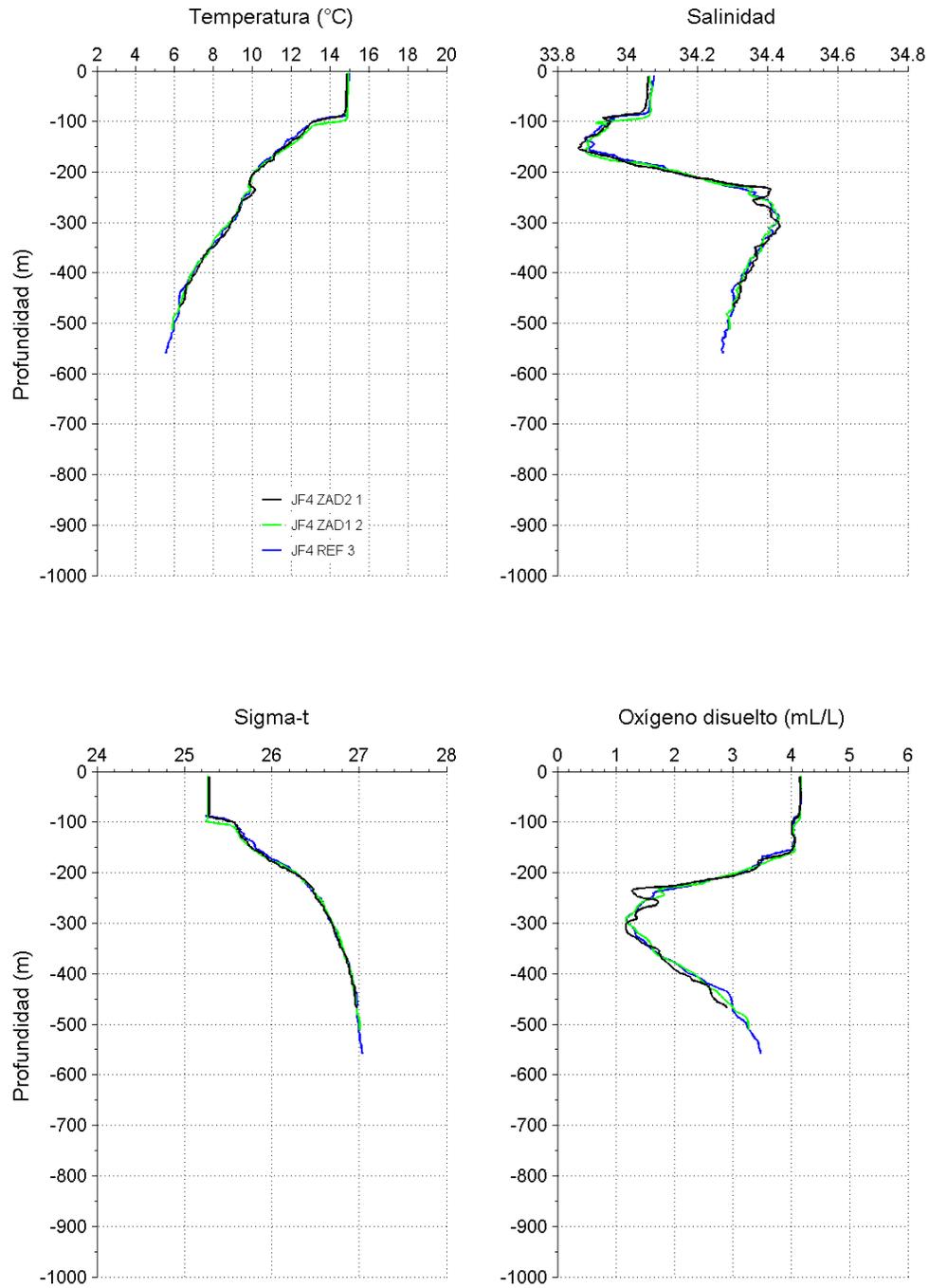


Figura 53. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF4. Crucero de invierno: 9 de agosto de 2006.

Monte Juan Fernández 4
Crucero 2 de Septiembre 2006. Marea 3

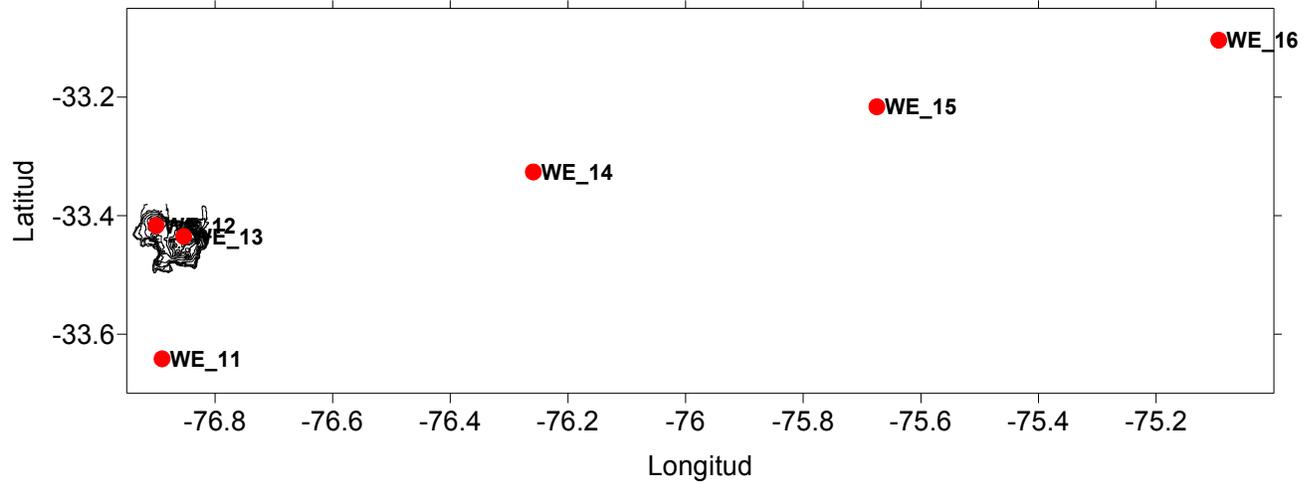


Figura 54. Ubicación de estaciones hidrográficas monte submarino JF4. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.

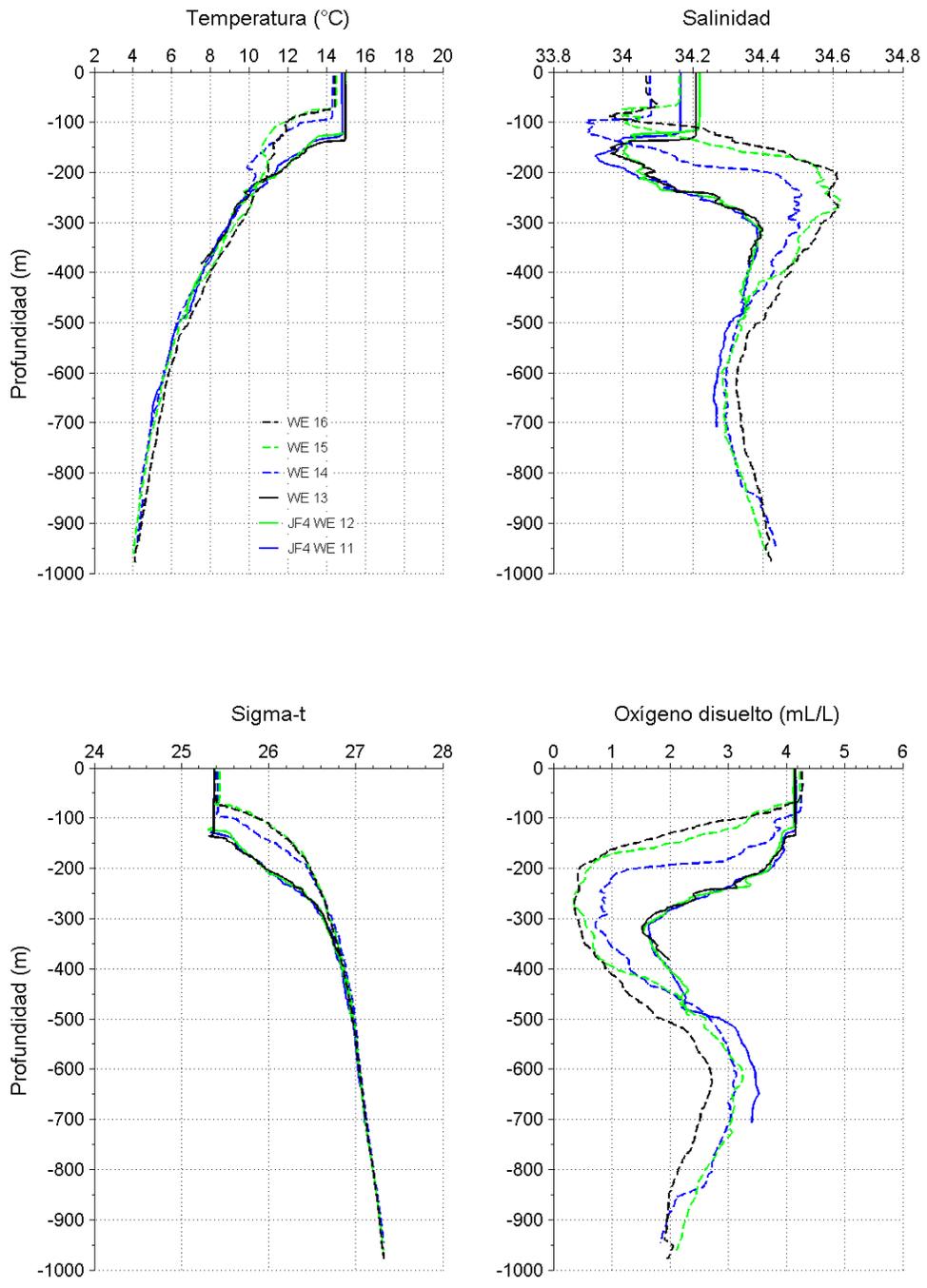


Figura 55. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF4. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.

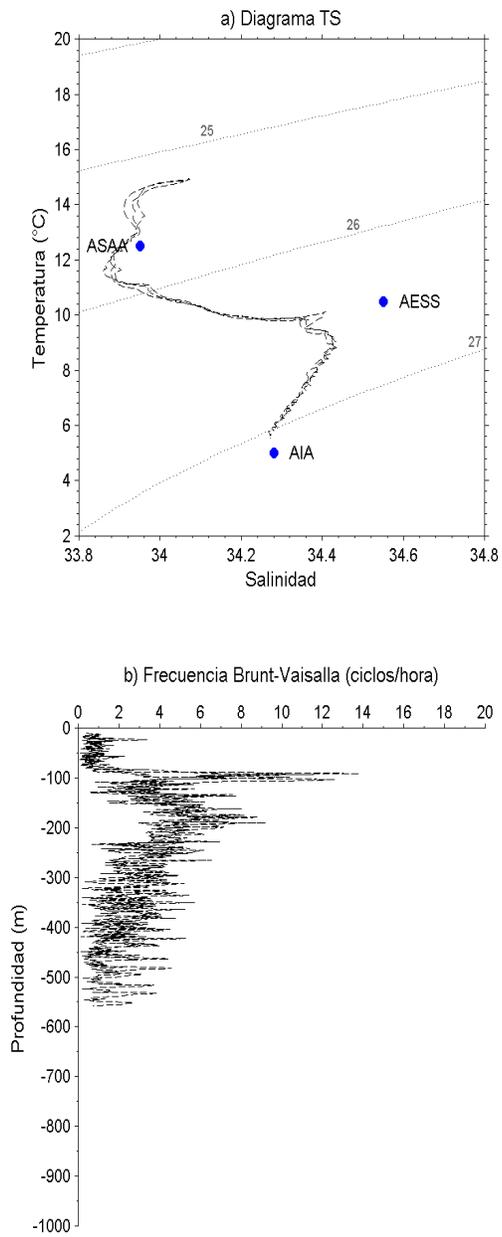


Figura 56. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF4. Crucero de invierno: 9 de agosto de 2006.

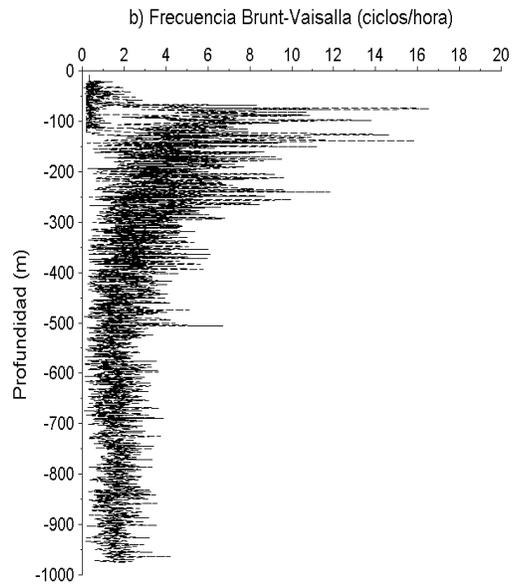
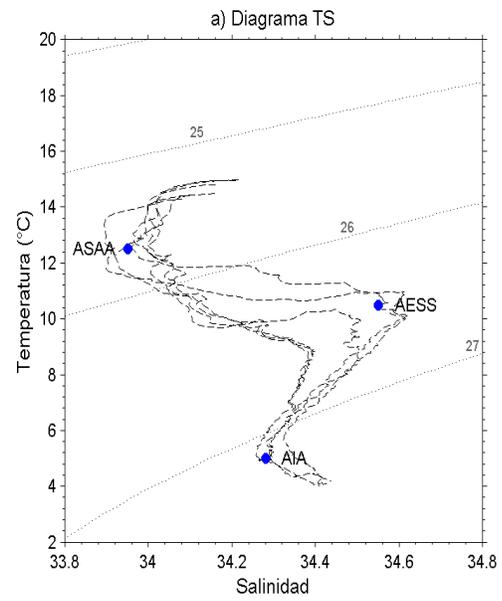


Figura 57. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF4. Crucero de invierno: 2 de septiembre de 2006.

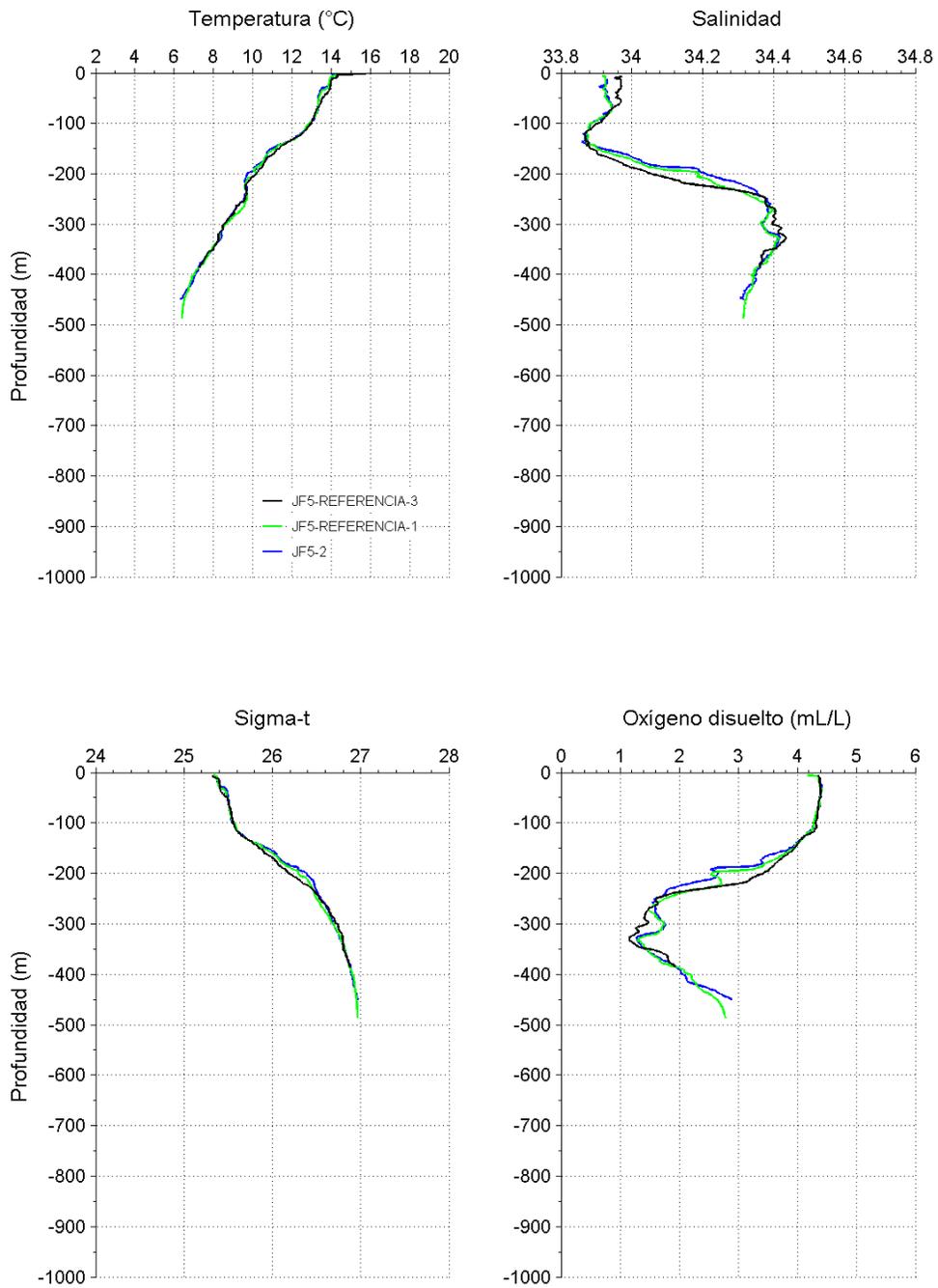


Figura 58. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF5. Crucero de primavera: 4 al 6 de octubre de 2006.

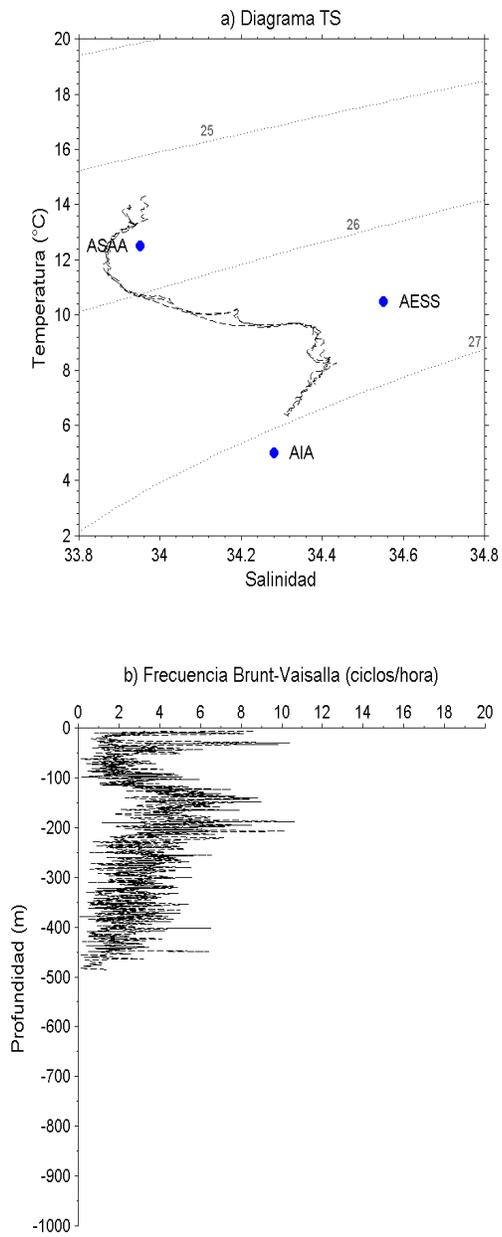


Figura 59. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF5. Crucero de primavera: 4 al 6 de octubre de 2006.

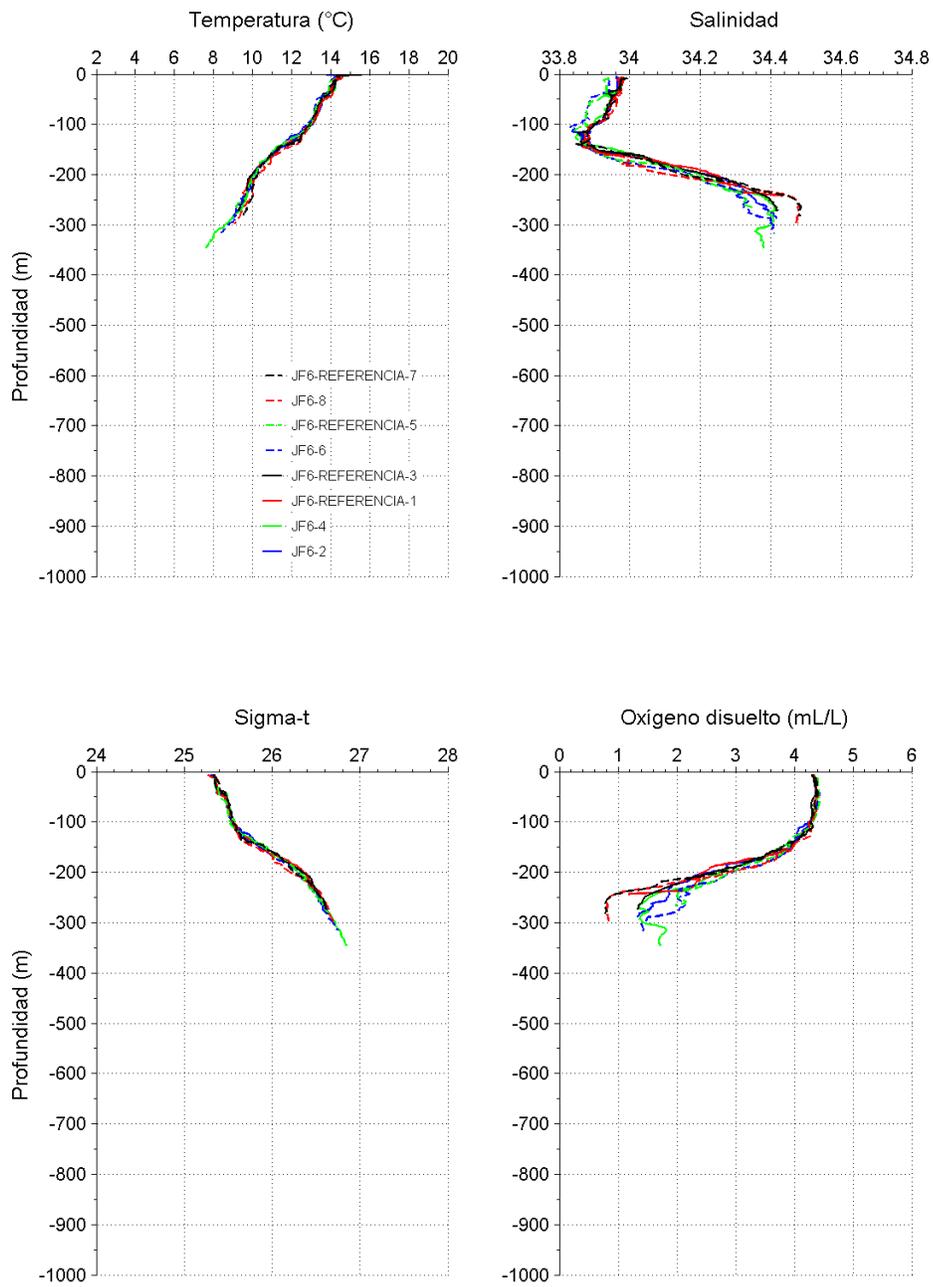


Figura 60. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno disuelto. JF6. Crucero de primavera: 5 al 7 de octubre de 2006.

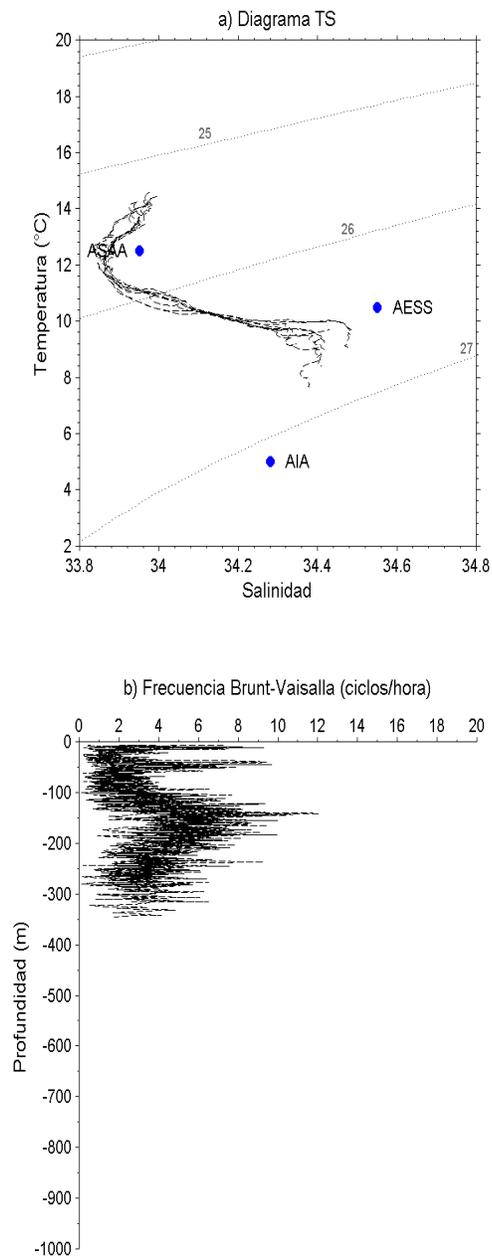


Figura 61. a) Diagramas TS; b) Frecuencia Brunt Vaisala (en ciclos/hora). JF6. Crucero de primavera: 4 al 6 de octubre de 2006.

V. Caracterización del ictioplancton en las principales zonas de abundancia de orange roughy y alfonsino frente a Chile Central (objetivo específico 4)

L. Castro, M. Landaeta & S. Soto.

Universidad de Concepción.

Obtención muestras zooplancton.

Cornejo, J., Hernández, E., Merino, R., Carocca, C. & A. Meza

Universidad Austral de Chile.

1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe incluye el análisis de la información del ictioplancton obtenido en los cruceros desarrollados durante el periodo comprendido entre julio y octubre del 2006, en el marco del proyecto FIP 2006-09, destinado a la evaluación hidroacústica del stock del orange roughy y alfonsino. Las actividades de muestreo de zooplancton en terreno consistieron en muestreos verticales de zooplancton desde la superficie hasta un máximo de 1.000 m de profundidad, en seis montes sumergidos frente a Chile central (JF1 a JF6).

2. MATERIALES Y MÉTODO.

2.1. Área y periodo de estudio

El área de estudio correspondió a seis montes sumergidos denominados JF1 a JF6 ubicados en las cercanías del archipiélago de Juan Fernández, el estudio completo comprendió desde fines de otoño a comienzos de primavera (1 de julio al 23 de octubre) del 2006.

Se realizaron 99 estaciones oceanográficas (83 de ictioplancton) durante el periodo de muestreo completo, correspondiendo a 54 estaciones en el periodo de invierno y 44 (29 de ictioplancton) al de primavera (Tabla 39)

2.2. Muestreo oceanográfico

Se colectó muestras de zooplancton en 83 estaciones, con una red cónica izada verticalmente desde una profundidad máxima de 1.000 m, en forma simultánea a los lances de CTD. El diámetro de la boca de red fue de 60 cm de diámetro, con un tramado de 300 μ m, equipado con un flujómetro General Oceanics para la estimación de volumen filtrado y un copo desmontables con ventanas laterales. Las muestras de zooplancton fueron inmediatamente fijadas a bordo, en formalina al 10% tamponada (tetraborato de sodio).

Posteriormente, en el Laboratorio de Oceanografía Pesquera y Ecología Larval (LOPEL) de la Universidad de Concepción, los huevos y larvas de peces fueron extraídos de las muestras para su cuantificación y análisis taxonómico bajo lupa estereoscópica. Los huevos de orange roughy fueron identificados de acuerdo a Zeldis y colaboradores (1998), los otros taxa fueron identificados a nivel de especie (cuando fue posible) según los criterios de Fahay (1983), Moser (1996) y Neira et al. (1998). Para los análisis de distribución, las densidades promedio de huevos y larvas de peces fueron expresadas en individuos en 1.000 m³ de agua filtrada (Tabla 40) y la abundancia promedio

en 10 m² (Tablas 41 -44). La información de distribución del ictioplancton (huevos totales, larvas totales, huevos de orange roughy) es presentada en forma tabulada y gráficamente, como circunferencias proporcionales a la abundancia, dispuestas sobre mapas batimétricos de los montes.

3. RESULTADOS.

3.1. Monte submarino JF1

Este monte fue visitado en tres oportunidades: a principios de julio (cuatro estaciones) y septiembre (dos estaciones), y a fines de septiembre (ocho estaciones, invierno). Del total de 14 estaciones muestreadas, solo tres (de las cuatro estaciones muestreadas en Julio) presentaron huevos de orange roughy (Tabla 39 y 40). El promedio de densidad de huevos en estas tres estaciones fue de 201,8 huevos en 1.000m³ (ds=180,5). Los resultados de estaciones positivas (cuatro de seis), estacionalidad (mediados de junio-inicios de julio) y densidad promedio (162,6 ± 239,9 huevos en 1.000m³) fueron similares a los obtenidos durante el año 2005 (Niklitschek et al. 2007).

La abundancia promedio de huevos de orange roughy fue la segunda mayor entre todos los taxa observados en este monte, después de *Trachurus murphy* que en octubre presentó un abundancia promedio mayor a 4.600 h/10 m² (Tablas 41 y 43). La distribución de los huevos de orange roughy estuvo marcada por una mayor abundancia en el sector nor-este del monte en el presente año. Durante el año 2005, sólo se muestreó el sector este donde también fueron encontrados huevos de esta especie. La segunda especie con mayor abundancia de huevos en este año fue *Maurolicus parvipinnis*, con una distribución similar a la del orange roughy (Figura 63). Larvas de orange roughy ocurrieron en esta asociación en primavera (25.07 larvas/10m²) pero en muy baja abundancia.

3.2. Monte submarino JF2.

El monte JF2 fue muestreado en tres oportunidades: a mediados de julio (14 estaciones), inicios de septiembre (dos estaciones) y durante la segunda semana de octubre (10 estaciones; Tabla 39). En 11 de las 26 estaciones se encontraron huevos de orange roughy, siendo las estaciones positivas sólo aquellas muestreadas a mediados de julio (Tabla 40). Comparado con el año 2005 la estacionalidad fue similar (mediados de julio), las densidades promedio en el 2006 fueron menores (111,9 +195,0 vs. 50,2+63,3 h/1000m³ en 2006) y su frecuencia de estaciones positivas fue levemente menor (12 de 15 estaciones en el 2005 vs. 11 de 16 en 2006).

Al igual que sobre el monte JF1, en el JF2 la especie que presentó mayor abundancia promedio de huevos fue *Trachurus murphy* en octubre (6.680 h/10 m²), seguido de *Maurolicus parvipinnis* (715 h/10 m²) durante el primer periodo (Tabla 41). Las distribuciones de ambas especies, sin embargo, fueron muy parecidas presentándose en mayor número en el sector norte del monte (Figuras 65 y 66). A nivel larval, *Lampanyctodes hectoris* fue el más abundante seguido de *Scopelosaurus* sp. (Tablas 42 y 44) durante el primer periodo de muestreo, mientras que durante el segundo periodo de muestreo fue *Vincigerria lucretia* seguido de *Diogenichthys atlanticus* y *Trachurus murphy* (Figuras 67 y 68). Durante el invierno se encontró larvas de orange roughy en esta estación JF2 (42.7 larvas/10m²) pero no en primavera.

3.3. Monte submarino JF 3.

Este monte fue muestreado en tres oportunidades en un lapso de tiempo reducido (fines de agosto-principios de septiembre). De un total de 12 estaciones muestreadas, solo nueve presentaron huevos de orange roughy, correspondiendo a las estaciones muestreadas en agosto. Sobre este monte fueron encontradas las más altas densidades promedio ($480,2+860,8$ h/1.000m³) y abundancias de huevos de orange roughy de todo el estudio y sobre todos los montes (Tabla 41, Figura). Esto fue coincidente al año 2005 (1.218 h/1.000m³ en una estación), cuando la frecuencia de estaciones positivas fue levemente mayor (dos de seis estaciones totales). Entre las larvas, las de *Cubiceps paucirradiatus* (Nomeidae) y *Vinciguerria lucetia* fueron más abundantes el 2006 (Tablas 42 y 44), a diferencia del año 2005 en que *Hygophum brunni* fue la especie más abundante.

3.4. Monte submarino JF 4

Este monte fue visitado en dos oportunidades (principios de agosto y de septiembre) en que se realizaron tres y dos estaciones de zooplancton respectivamente. De las cinco estaciones muestreadas, sólo una estación resultó positiva con huevos de orange roughy (163,4 h/1.000m³; Tabla 40), que a su vez fueron los más abundantes (Tabla 41). Durante el año 2005, se realizó el muestreo a fines julio-principios de agosto, y se colectaron huevos de orange roughy en las siete estaciones, con densidades comparables a las encontradas el año 2006 (185,6 + 247,1 vs. 163,4 h/1.000m³ en 2006; Figura 69). En cuanto a larvas, las de *Hygophum brunni* fue la más abundante del 2006 en este monte.

3.5. Montes submarinos JF 5 y JF6

Ambos montes fueron visitados sólo en una oportunidad durante la primera semana de octubre y en ambas oportunidades no se encontraron huevos de orange roughy (Tabla 39, 40 y 43). Los huevos más abundantes correspondieron a *Trachurus murphy* y *Vinciguerria lucetia* pero en ambos casos las abundancias fueron menores a las de los otros montes, estas especies sin embargo presentaron las mayores abundancias de larvas sobre estos montes. Larvas de orange roughy ocurrieron en la estación JF5 en primavera (25.07 larvas/10m²) pero en muy baja abundancia.

4. DISCUSION.

De un total de 83 estaciones oceanográficas en que se obtuvo muestras de ictioplancton, 54 correspondieron al periodo invernal (primera semana de julio a primera semana de septiembre) y 29 correspondieron a comienzos de primavera (tercera semana de septiembre a primera semana de octubre). Las zonas que presentaron mayores abundancias promedio de huevos de peces fueron el conjunto de zonas externas a los montes sumergidos (7154 h/10m²) y el monte sumergido JF3 (4988 h/10m²) en invierno , y los montes JF2 (8659 h/10m²) seguido por JF1 (6147 h/10m²) en primavera.

Coincidente con la información reproductiva histórica para esta especie, huevos de Orange Roughy fueron encontrados sobre los 4 montes muestreados en invierno (Juan Fernández 1 a 4). El monte con mayor frecuencia de muestreos positivos de huevos de Orange Roughy fue JF3 (9 de 12 estaciones), seguido por JF2 (11 de 16 estaciones), JF1 (3 de 6 estaciones) y JF4 (1 de 5 estaciones). La mayor densidad promedio de huevos de Orange Roughy fue también para JF3

(480 h/1000m³), seguido por JF1 (201 h/1000m³), JF4 (163 h/1000m³) y JF2 (50 h/1000m³). Durante primavera no se encontró huevos de Orange Roughy en ningún monte sumergido lo que coincidiría con la información que se conoce para esta especie en cuanto a que a fines de primavera la actividad reproductiva disminuye.

La comparación de los resultados del presente año con los resultados del 2005 señala que las densidades promedio de huevos de Orange Roughy por monte fueron similares en JF1 y JF4, y fueron menores en el 2006 en JF2 y JF3. Las fechas de mayor abundancia de huevos de Orange Roughy fueron similares entre años (fines de otoño - inicios de invierno). La abundancia promedio mayor de huevos de Orange Roughy alcanzó sobre 3100 h/10m² en el monte JF3.

Comparado con los huevos de otras especies de peces, los huevos de Orange Roughy fueron los más abundantes en las estaciones JF1, JF3 y JF4 durante invierno. En el monte JF2 la mayor abundancia correspondió a huevos del pez mesopelágico *Maurolicus parvipinnis*. Durante primavera, sin embargo, la especie que presentó mayores abundancias de huevos fue *Trachurus murphy*, especie presente sobre los 4 montes sumergidos y en abundancias promedio de hasta sobre 6600 h/10m² en JF2. *Maurolicus parvipinnis* es una especie cosmopolita mesopelágica que se encuentra a lo largo de Chile. Reportes más recientes la han mencionado en los estadios de huevos y larvas en la zona central frene a la VIII Región desde los 150m de profundidad hacia superficie, donde se ha reportado se reproduce a principios de primavera (Landaeta & Castro 2002) , y en la zona de fiordos y canales de la X Región (Castro et al. 2007). *Trachus murphy*, especie que desova principalmente en primavera, ya había sido reportada para la zona en torno al Archipiélago Juan Fernández en estadio larval previamente (Landaeta & Castro 2004) pero en menores abundancias.

A nivel larval, no hubo una especie que dominaran en abundancia en todos los montes simultáneamente en invierno. Especies con abundancia promedio relativamente mayores en invierno fueron *Vinciguerria lucetia*, *Protomyctophum crockeri*, *Maurolicus parvipinnis*, e *Hygophum brunni*. En primavera, en cambio, *Vinciguerria lucetia*, *Trachurus murphy* y *Diogenichthys atlanticus* fueron las especies más abundante en casi todos los montes sumergidos. Comparado con el 2005, destaca la alta abundancia de huevos y larvas de *Trachurus murphy* y el menor número de larvas de *Hygophum brunni* y de *Lampyctodes hectoris* en el 2006. Desde un punto de vista del habitat de los progenitores, por lo tanto, nuestros resultados señalan que sobre los montes sumergidos se posible encontrar ictioplancton cuyos progenitores son tanto demersales (Orange roughy), mesopelágicos (*Vinciguerria*, *Maurilicus*, Mictófidos en general) como epipelágicos (*Trachurus murphy*).

Tabla 39. Cruceros, embarcaciones utilizadas, periodos de muestreo y número de estaciones oceanográficas por monte sumergido estudiado. Océano corresponde a estaciones alejadas de los montes sumergidos.

Crucero	Monte	Embarcación	Período	Nº Estaciones
Crucero	JF1	Cote Saint Jacques	1 / 07	4
invierno	JF1	Bonn	1/09	2
01/07-03/09	JF2	Cote Saint Jacques	12-15 /07	14
2006	JF2	Bonn	1 / 09	2
	JF3	Bonn	19 / 08	3
	JF3	Bonn	24 / 08	6

Crucero	Monte	Embarcación	Período	Nº Estaciones
	JF3	Bonn	2-3 / 09	3
	JF4	Bonn	9 / 08	3
	JF4	Bonn	2 / 09	2
	Océano	Cote Saint Jacques	15-16 / 07	8
	Océano	Bonn	1-2 / 09	7
			Sub-total invierno	54
Crucero	JF1	Saint Pierre	19-23 / 09	8
primavera	JF2	Saint Pierre	8-14 / 09	10
09/09-14/10	JF5	Saint Pierre	4 / 10	3
2006	JF6	Saint Pierre	5-7 / 10	8
			Sub-total primavera	29
Total			Total	83

Tabla 40. Áreas de muestreo, crucero, número de estaciones con muestras de zooplancton, estaciones con huevos y larvas de peces y estaciones con huevos de orange roughy, colectados durante el proyecto FIP 2005-13. Promedio y desviación estándar de huevos de orange roughy corresponden sólo a estaciones positivas.

Monte	Crucero	Estaciones zooplancton totales N	Estaciones con huevos de peces N	Estaciones con huevos de orange roughy N	Densidad prom (desv est) huevos orange roughy h/1.000m ³	Estaciones con larvas de peces N
JF1	1	6	6	3	201.8 (180.5)	0
JF2	1	16	16	11	50.2 (63.3)	12
JF3	1	12	12	9	480.2 (860.8)	11
JF4	1	5	5	1	163.4 (-)	5
Océano	15	14	2	0	-	14
JF1	2	8	8	0	-	8
JF2	2	10	10	0	-	10
JF5	2	3	2	0	-	2
JF6	2	8	8	0	-	6
Total		82	69	24		68

5. REFERENCIAS

- Castro, L.R. , M. Landaeta, M.I. Muñoz & S Palma. 2007. Patrones de distribución vertical y migraciones diurno-nocturnas del ictioplancton en el Fiordo del Relocaví. Crucero CIMAR 12 Fiordos. Informes Preliminares (libro resúmenes). pp. 65-68.
- Fahay MP (1983) Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the southern Scotian Shelf. *Journal of Northwestern Atlantic Fisheries Science* 4: 3-423.
- Landaeta, M. & L.R. Castro 2002. Spring spawning and early nursery zone of the mesopelagic fish *Maurolicus parvipinnis* at the coastal upwelling zone off Talcahuano, central Chile. *Marine Ecology Progress Series*. 226: 170-191
- Landaeta, MF & LR Castro. 2004. Zonas de concentración de ictioplancton en el Archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar* 27(2): 43-53.
- Moser HG (1996) The early stages of fishes in the California Current region. *CalCOFI Atlas N°33*, Allen Press, Kansas, 1050 p.
- Neira FJ, AG Miskiewicz & T Trnski (1998) Larvae of temperate Australian fishes. Laboratory guide of larval fish identification. University of Western Australia Press. 474 p.
- Niklitschek, E., D. Boyer, A. Lafon, M. Soule, J. Cornejo-Donoso, I. Hampton, E. Hernández, R. Merino, P. Toledo, L.R. Castro, G. Aedo & M. George Nascimento. 2007. Evaluación hidroacústica y TS de alfonsino y orange roughy. FIP 2005-13. Universidad Austral de Chile, Coyhaique. 187 p.
- Zeldis JR, PJ Grimes & AC Hart (1998) Embriology and early larval development of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus* Collett). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 32: 159-174.

Tabla 41. Composición y abundancia media (ind x 10 m⁻²), desviación estándar (DE) y porcentaje de huevos de peces recolectados en invierno de 2006 sobre los montes submarinos Juan Fernández, Pacífico suroriental.

Taxa	Juan Fernández 1			Juan Fernández 2			Juan Fernández 3			Juan Fernández 4			Océano abierto		
	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%
<i>Hoplostethus atlanticus</i>	1061.59	995.10	31.05	303.29	378.69	21.20	3189.77	5768.07	81.00	899.13	-	30.14	52.08	26.03	0.48
<i>Maurollicus parvipinnis</i>	768.96	628.37	37.48	715.08	484.41	27.27	-	-	-	-	-	-	2480.01	-	11.46
<i>Vinciguemía lucetia</i>	141.73	52.41	6.91	163.98	91.64	7.30	110.09	62.64	1.86	214.21	81.92	28.73	824.47	809.65	41.92
<i>Chauliodus sp.1</i>	-	-	-	68.14	42.16	1.73	273.91	-	0.77	-	-	-	56.70	8.19	0.52
<i>Chauliodus sp.2</i>	-	-	-	-	-	-	52.69	34.71	0.45	-	-	-	-	-	-
Macrouridae	-	-	-	42.49	12.83	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scomberesox saurus</i>	-	-	-	-	-	-	32.45	-	0.09	-	-	-	69.06	-	0.32
Tipo 2006-01	237.24	256.86	11.56	147.03	152.31	5.61	-	-	-	25.29	-	0.85	1242.32	1707.06	11.48
Tipo 2006-02	73.70	5.02	2.16	78.07	51.26	1.98	149.70	102.72	2.96	68.59	49.54	6.90	679.22	925.06	12.56
Tipo 2006-03	69.54	2.64	2.03	87.47	39.30	2.22	86.09	43.04	0.73	-	-	-	51.59	23.96	0.95
Tipo 2006-04	60.87	8.44	1.19	33.47	11.47	0.43	46.44	11.26	0.66	66.52	-	2.23	115.04	113.86	2.13
Tipo 2006-05	133.67	-	1.30	90.92	58.62	2.89	-	-	-	25.29	-	0.85	70.48	-	0.33
Tipo 2006-06	94.28	55.70	1.84	181.61	293.20	15.00	114.99	72.64	2.27	120.21	112.20	8.06	156.84	141.92	7.25
Tipo 2006-07	-	-	-	49.48	11.92	0.94	170.50	196.89	4.33	161.97	147.22	10.86	102.87	39.97	3.33
Tipo 2006-08	36.05	-	0.35	43.27	-	0.28	-	-	-	-	-	-	69.06	-	0.32
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	36.05	-	0.35	171.91	123.85	4.37	46.62	11.90	0.66	40.87	-	1.37	67.20	23.04	0.62
Tipo 2006-10	-	-	-	63.63	43.79	1.62	32.45	-	0.09	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-11	-	-	-	193.49	250.43	3.69	60.09	-	0.17	33.08	11.02	2.22	94.63	69.63	1.31
Tipo 2006-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.91	-	0.24
Tipo 2006-13	-	-	-	24.98	6.11	0.48	-	-	-	41.93	-	1.41	112.77	-	0.52
Tipo 2006-14	-	-	-	-	-	-	47.81	-	0.13	49.89	21.74	5.02	30.62	-	0.14
Tipo 2006-15	-	-	-	-	-	-	49.10	-	0.14	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-16	-	-	-	-	-	-	51.43	7.53	0.44	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-17	-	-	-	-	-	-	65.45	53.42	0.74	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-18	-	-	-	-	-	-	128.42	126.53	1.45	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-19	-	-	-	-	-	-	39.09	-	0.11	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-20	-	-	-	-	-	-	78.19	-	0.22	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	581.73	-	2.69
Tipo 2006-22	39.66	-	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	183.70	-	0.85
Tipo 2006-24	-	-	-	-	-	-	32.45	-	0.09	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-25	-	-	-	-	-	-	32.84	-	0.09	-	-	-	-	-	-
No identificado	348.34	-	3.40	193.06	79.82	2.45	97.56	70.36	0.55	40.87	-	1.37	62.76	41.14	0.58

Tabla 42. Composición y abundancia media (ind x 10 m⁻²), desviación estándar (DE) y porcentaje de larvas de peces recolectados en invierno de 2006 sobre los montes submarinos Juan Fernández, Pacífico suroriental.

Taxa	Juan Fernández 1			Juan Fernández 2			Juan Fernández 3			Juan Fernández 4			Océano abierto		
	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%
<i>Aristostomias</i> sp.	-	-	-	60.32	-	1.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Argyropelecus lychnus</i>	-	-	-	25.36	-	0.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astronesthidae	-	-	-	50.86	24.67	3.03	39.09	-	1.29	-	-	-	-	-	-
<i>Bathophilus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	61.79	-	2.03	-	-	-	-	-	-
<i>Bathylagus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.67	-	0.90
<i>Borostomias panamensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.94	-	3.11	-	-	-
<i>Ceratoscopelus townsendii</i>	-	-	-	62.66	-	1.87	47.81	-	1.57	-	-	-	33.67	-	0.90
<i>Chauliodus</i> sp.	39.66	-	8.59	-	-	0.00	51.32	12.05	6.76	-	-	-	-	-	-
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	-	-	-	78.06	21.78	4.66	78.20	39.62	12.87	-	-	-	79.64	56.53	6.38
<i>Cyclothone acclinidens</i>	39.66	-	8.59	-	-	-	-	-	-	28.94	-	3.11	-	-	-
<i>Cyclothone atraria</i>	-	-	-	-	-	-	60.09	-	1.98	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclothone microdon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.94	-	3.11	-	-	-
<i>Cyclothone pallida</i>	-	-	-	30.90	-	0.92	-	-	-	-	-	-	33.06	0.87	1.77
<i>Cyclothone pseudopallida</i>	-	-	-	64.31	5.65	3.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclothone</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.94	-	3.11	-	-	-
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	-	-	-	30.90	-	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diogenichthys laternatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49.90	11.27	10.74	32.45	-	0.87
<i>Electrona</i> sp.	-	-	-	-	-	-	49.10	-	1.62	-	-	-	-	-	-
Gonostomatidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.87	-	6.23	-	-	-
<i>Hoplostethus atlanticus</i>	-	-	-	42.71	26.82	3.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hygophum bruuni</i>	37.86	2.55	16.41	-	-	-	32.65	0.28	2.15	81.74	-	8.80	77.26	54.96	8.26
<i>Hygophum proximum</i>	-	-	-	-	-	-	32.45	-	1.07	-	-	-	70.93	-	1.89
<i>Hygophum reinhardtii</i>	-	-	-	-	-	-	39.09	-	1.29	-	-	-	-	-	-
<i>Idiacanthus</i> sp.	-	-	-	38.46	18.52	2.29	60.09	-	1.98	-	-	-	70.22	1.64	3.75
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	-	-	-	101.28	29.14	9.06	47.23	22.43	6.22	41.93	-	4.51	58.04	21.13	4.65
<i>Lampanyctus iselinoides</i>	36.05	-	7.81	68.31	-	2.04	57.04	22.82	5.63	-	-	-	30.62	-	0.82
<i>Lampanyctus pusillus</i>	-	-	-	28.13	3.91	1.68	-	-	-	-	-	-	33.67	-	0.90
<i>Lampanyctus steinbecki</i>	-	-	-	-	-	-	60.09	-	1.98	-	-	-	-	-	-
<i>Lampanyctus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.29	-	2.72	-	-	-
<i>Lestidiops pacificum</i>	-	-	-	50.86	24.67	3.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maurolucus parvipinnis</i>	-	-	-	97.72	66.21	11.66	-	-	-	-	-	-	87.24	68.95	11.65
<i>Melamphaes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66.94	6.29	3.58
Melanostomidae	-	-	-	25.36	-	0.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nannobranchium ritteri</i>	-	-	-	30.90	-	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nannobranchium</i> sp.	-	-	-	25.36	-	0.76	32.45	-	1.07	28.94	-	3.11	-	-	-

Tabla 42. (continuación).

<i>Protomyctophum crockeri</i>	39.66	-	8.59	70.41	76.44	10.50	47.83	11.61	4.72	45.90	29.15	9.88	139.66	72.40	22.39
<i>Protomyctophum subparalelum</i>	-	-	-	44.01	26.37	2.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protomyctophum sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.93	-	4.51	71.38	-	1.91
<i>Scomberesox saurus</i>	-	-	-	25.36	-	0.76	32.84	-	1.08	-	-	-	-	-	-
<i>Scopelosaurus sp.</i>	-	-	-	105.93	106.11	6.32	54.63	19.35	7.19	40.87	-	4.40	53.19	24.52	5.68
<i>Seriolaella sp.</i>	36.05	-	7.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphyræna ensis</i>	-	-	-	18.69	-	0.56	-	-	-	-	-	-	71.38	-	1.91
<i>Sternoptyx sp.</i>	-	-	-	25.36	-	0.76	32.45	-	1.07	-	-	-	-	-	-
<i>Stomias sp.</i>	-	-	-	63.22	-	1.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symbolophorus evermanni</i>	-	-	-	68.31	-	2.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symbolophorus boops</i>	-	-	-	92.69	-	2.76	74.02	-	2.44	34.90	8.44	7.51	-	-	-
<i>Tetragonurus cuvieri</i>	-	-	-	11.84	-	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tyrsites atun</i>	36.05	-	7.81	40.34	23.41	4.81	39.18	10.06	5.16	-	-	-	-	-	-
<i>Vinciguerria lucetia</i>	-	-	-	72.13	34.73	8.61	76.80	33.81	12.64	46.26	6.12	9.96	49.52	17.41	5.29
Tipo L200601	-	-	-	33.41	-	1.00	54.78	-	1.80	-	-	-	-	-	-
Tipo L200603	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70.93	-	1.89
Tipo L200604	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70.93	-	1.89
Tipo L200605	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.38	-	1.91
Tipo L200606	-	-	-	-	-	-	47.10	1.00	3.10	-	-	-	77.97	-	2.08
Tipo L200609	158.65	-	34.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo L200610	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.67	-	0.90
Tipo L200611	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.29	-	2.72	-	-	-
No identificado	-	-	-	36.02	18.77	3.22	85.72	68.70	11.29	115.74	-	12.46	73.21	45.07	7.82

Tabla 43. Composición y abundancia media (ind x 10 m⁻²), desviación estándar (DE) y porcentaje de huevos de peces recolectados en octubre de 2006 sobre los montes submarinos Juan Fernández, Pacífico suroriental.

	Juan Fernández 1			Juan Fernández 2			Juan Fernández 5			Juan Fernández 6		
	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%	Media	D.E.	%
Taxa												
<i>Chauliodus sp.2</i>	20.00	3.34	0.09	20.46	-	0.03	18.18	-	4.96	12.50	-	0.13
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	37.43	3.05	0.17	32.50	16.76	0.13	-	-	-	15.42	-	0.17
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	283.95	-	0.65	24.57	-	0.03	-	-	-	-	-	-
<i>Scomberesox saurus</i>	34.19	14.88	0.16	23.15	3.80	0.06	-	-	-	33.44	12.82	1.44
<i>Trachurus murphyi</i>	4609.77	9386.17	83.88	6680.54	7666.34	89.75	60.65	8.63	33.06	949.19	617.52	71.74
<i>Vinciguerria lucetia</i>	358.45	534.60	5.71	249.30	119.21	3.35	62.14	40.68	33.88	274.44	262.33	20.74
Tipo 2006-01	615.58	391.67	8.40	507.24	1057.38	4.77	18.18	-	4.96	-	-	-
Tipo 2006-03	71.65	32.53	0.33	-	-	-	-	-	-	12.50	-	0.13
Tipo 2006-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.50	-	0.13
Tipo 2006-06	-	-	-	20.57	-	0.03	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-07	-	-	-	25.28	-	0.03	33.37	-	9.10	22.06	10.26	0.95
Tipo 2006-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-11	20.67	0.84	0.09	-	-	-	-	-	-	17.18	-	0.19
Tipo 2006-12	-	-	-	25.07	-	0.03	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-13	-	-	-	24.57	-	0.03	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-15	57.63	35.06	0.39	57.78	49.79	0.39	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-16	-	-	-	24.57	-	0.03	-	-	-	12.45	-	0.13
Tipo 2006-17	-	-	-	51.66	-	0.07	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-20	-	-	-	491.40	-	0.66	-	-	-	17.18	-	0.19
Tipo 2006-23	-	-	-	20.57	-	0.03	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-26	-	-	-	19.95	0.72	0.05	-	-	-	17.72	1.92	0.77
Tipo 2006-28	20.67	0.84	0.09	23.22	2.92	0.06	16.69	-	4.55	23.75	19.45	0.51
Tipo 2006-29	17.63	-	0.04	-	-	-	18.18	-	4.96	12.89	4.08	0.28
Tipo 2006-30	-	-	-	287.97	-	0.39	-	-	-	-	-	-
Tipo 2006-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230.81	-	2.49
Tipo 2006-32	-	-	-	-	-	-	16.69	-	4.55	-	-	-
No identificado	-	-	-	49.14	-	0.07	-	-	-	-	-	-

Tabla 44. Composición y abundancia media (ind x 10 m⁻²), desviación estándar (DE) y porcentaje de larvas de peces recolectados en octubre de 2006 sobre los montes submarinos Juan Fernández, Pacífico suroriental.

Taxa	Juan Fernández 1			Juan Fernández 2			Juan Fernández 5			Juan Fernández 6		
	Media	D.E.	%									
<i>Astronesthidae</i>	12.45	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bathylagus sp.</i>	23.70	15.17	1.09	22.36	-	0.60	-	-	-	34.12	22.54	14.43
<i>Ceratoscopelus townsendii</i>	15.42	-	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetodontidae</i>	20.46	-	0.19	-	-	-	20.46	-	0.39	-	-	-
<i>Chauliodus sp.</i>	22.05	5.35	0.40	-	-	-	25.83	-	0.49	-	-	-
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	20.67	0.84	0.38	20.67	0.84	1.11	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclothone acclinidens</i>	42.87	34.51	4.72	21.26	-	0.57	47.34	47.37	4.48	34.87	2.11	14.74
<i>Cyclothone alba</i>	25.74	0.66	0.47	-	-	-	25.74	0.66	0.98	-	-	-
<i>Cyclothone atraria</i>	91.35	-	0.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclothone braueri</i>	19.22	6.33	0.53	20.08	-	0.54	25.07	-	0.47	-	-	-
<i>Cyclothone microdon</i>	18.27	-	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclothone pallida</i>	25.47	7.36	1.17	21.26	-	0.57	25.20	0.89	0.95	18.18	-	3.84
<i>Cyclothone pseudopallida</i>	24.90	-	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphus sp.</i>	39.59	-	0.36	39.59	-	1.06	-	-	-	-	-	-
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	81.26	58.14	14.18	111.37	55.37	20.93	78.63	55.12	13.41	18.18	-	3.84
<i>Genypterus blacodes</i>	12.50	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hoplostethus atlanticus</i>	25.07	-	0.23	-	-	-	25.07	-	0.47	-	-	-
<i>Hygophum bruuni</i>	32.63	23.06	4.49	21.81	0.77	1.17	50.85	29.38	4.82	17.43	1.06	7.37
<i>Hygophum reinhardtii</i>	20.46	-	0.19	-	-	-	20.46	-	0.39	-	-	-
<i>Idiacanthus sp.</i>	26.21	-	0.24	-	-	-	26.21	-	0.50	-	-	-
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	40.31	31.06	4.44	42.28	25.40	2.27	49.96	40.07	5.68	34.87	2.11	14.74
<i>Lampanyctus iselinoides</i>	46.99	28.01	7.33	40.03	9.43	5.37	47.57	34.25	4.51	35.61	26.77	15.06
<i>Lampanyctus pusillus</i>	24.61	2.01	0.68	22.36	-	0.60	25.74	0.66	0.98	-	-	-
<i>Lampanyctus sp.</i>	18.87	4.61	0.87	19.79	-	0.53	20.46	-	0.39	16.69	-	3.53

Tabla 44. (continuación).

<i>Lestidiops pacificum</i>	26.21	-	0.24	-	-	-	26.21	-	0.50	-	-	-
<i>Lobianchia dofeini</i>	24.51	-	0.23	24.51	-	0.66	-	-	-	-	-	-
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	17.63	-	0.16	17.63	-	0.47	-	-	-	-	-	-
<i>Myctophidae</i>	25.83	-	0.24	-	-	-	25.83	-	0.49	-	-	-
<i>Nannobranchium ritteri</i>	30.61	17.01	0.84	23.66	-	0.64	-	-	-	18.18	-	3.84
<i>Nannobranchium sp.</i>	17.63	-	0.16	17.63	-	0.47	-	-	-	-	-	-
<i>Parataeniophorus brevis</i>	24.57	-	0.23	-	-	-	24.57	-	0.47	-	-	-
<i>Poromitra sp.</i>	21.26	-	0.20	21.26	-	0.57	-	-	-	-	-	-
<i>Protomyctophum crockeri</i>	22.17	13.93	1.42	-	-	-	29.16	15.34	2.21	-	-	-
<i>Protomyctophum chilensis</i>	17.42	5.43	0.32	21.26	-	0.57	-	-	-	-	-	-
<i>Protomyctophum sp.</i>	28.97	13.55	1.06	22.25	2.12	1.79	49.14	-	0.93	-	-	-
<i>Scomberesox saurus</i>	13.58	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scopelosaurus sp.</i>	29.46	16.73	2.43	22.15	3.33	1.19	38.78	22.21	2.94	17.43	1.06	7.37
<i>Symbolophorus evermanni</i>	20.58	3.59	1.51	18.71	1.53	1.00	19.90	0.79	0.75	18.18	-	3.84
<i>Symbolophorus boops</i>	58.97	36.95	4.87	38.06	20.30	4.09	90.46	26.96	6.85	16.69	-	3.53
<i>Trachurus murphy</i>	94.02	55.58	16.40	97.97	58.05	21.04	98.55	53.51	18.67	-	-	-
<i>Triphoturus oculus</i>	20.08	-	0.18	20.08	-	0.54	-	-	-	-	-	-
<i>Tyrsites atun</i>	29.73	12.83	1.09	34.36	20.20	1.84	25.28	-	0.48	-	-	-
<i>Vinciguerra lucetia</i>	103.67	83.35	22.85	121.52	90.44	26.10	138.93	71.10	26.32	18.18	-	3.84
Tipo L200604	22.79	2.16	0.42	22.79	2.16	1.22	-	-	-	-	-	-
Tipo L200612	19.79	-	0.18	19.79	-	0.53	-	-	-	-	-	-
No identificado	27.25	12.84	1.25	31.53	15.22	2.54	26.21	-	0.50	-	-	-

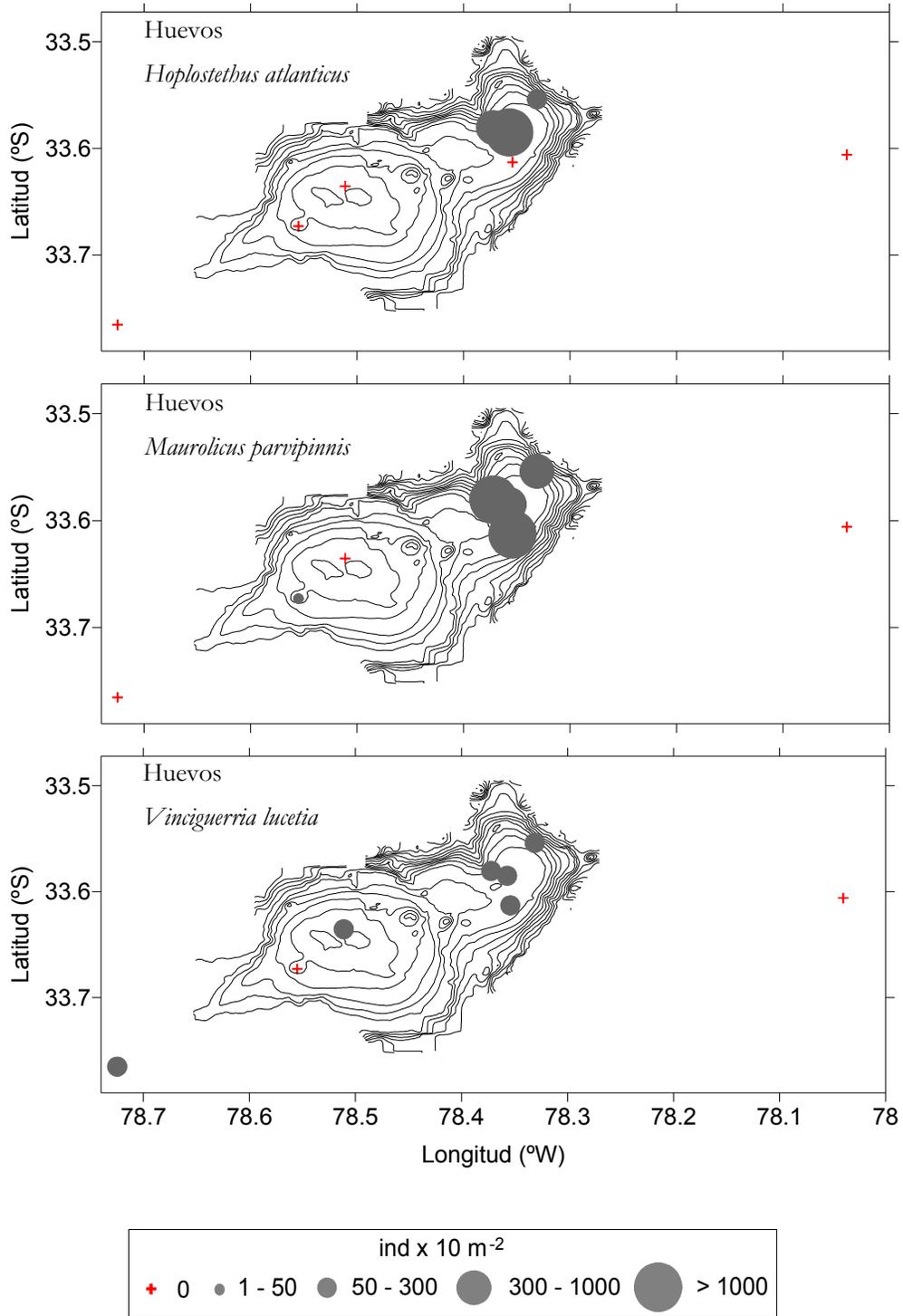


Figura 62. JF1 - Invierno. Distribución de huevos de peces sobre el monte JF1 durante invierno de 2006.

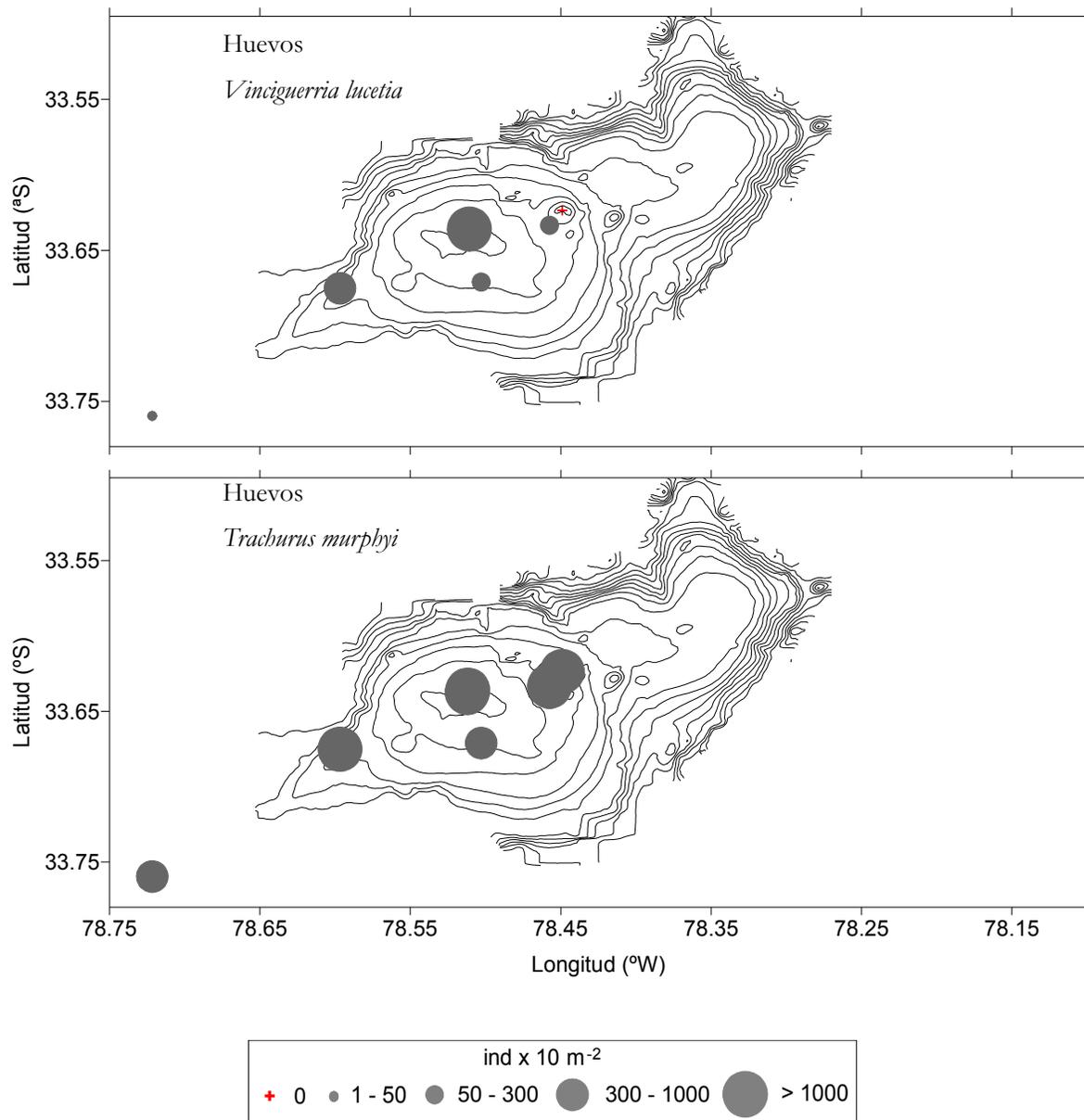


Figura 63. JF1 - Primavera. Abundancia (ind por 10 m⁻²) y distribución de huevos del pez mesopelágico *Vinciguerria lucetia* y jurel *Trachurus murphyi* sobre el monte submarino JF1 durante octubre de 2006.

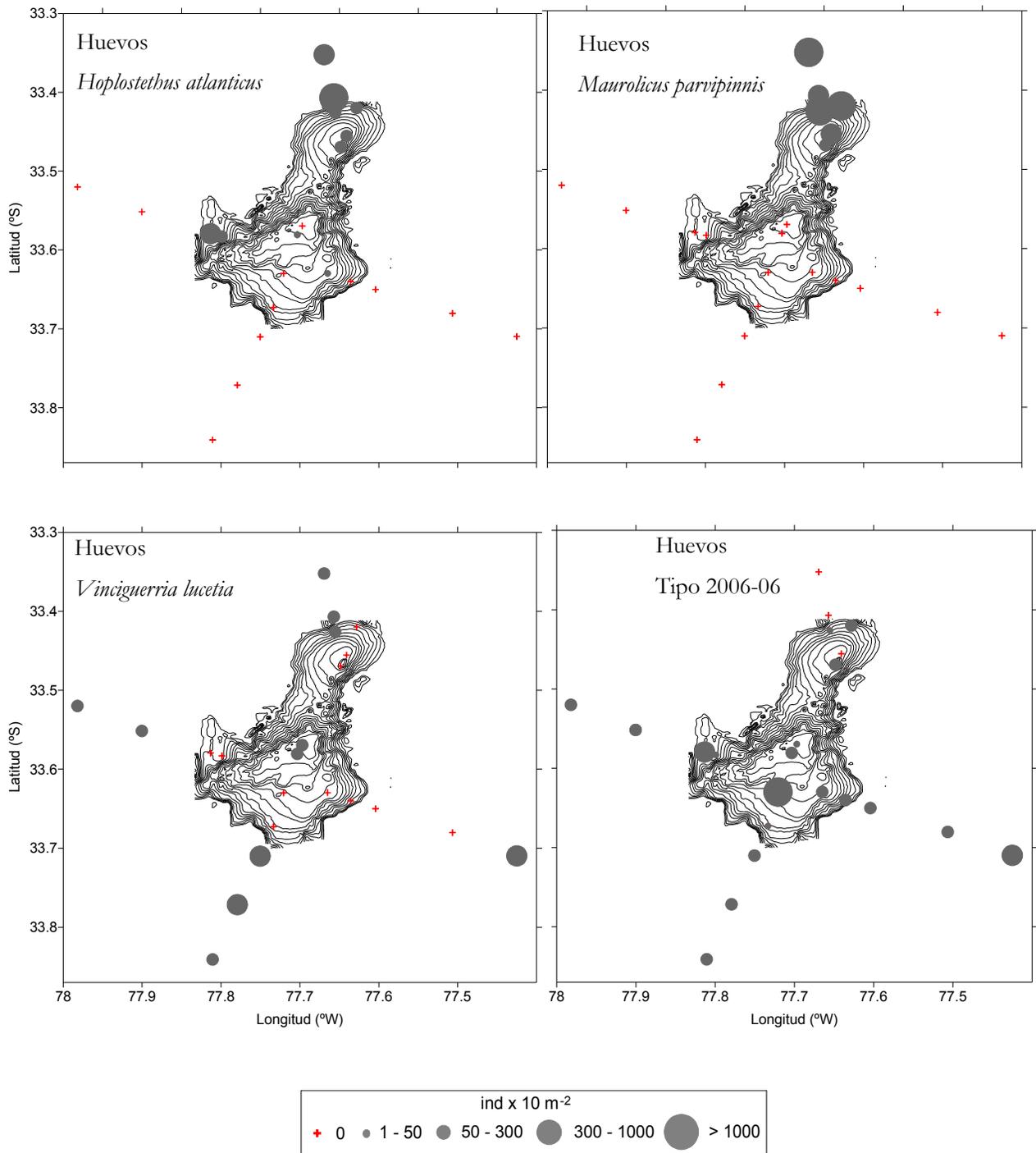


Figura 64. JF2 - Invierno. Distribución de huevos de peces sobre el monte JF2 durante invierno de 2006.

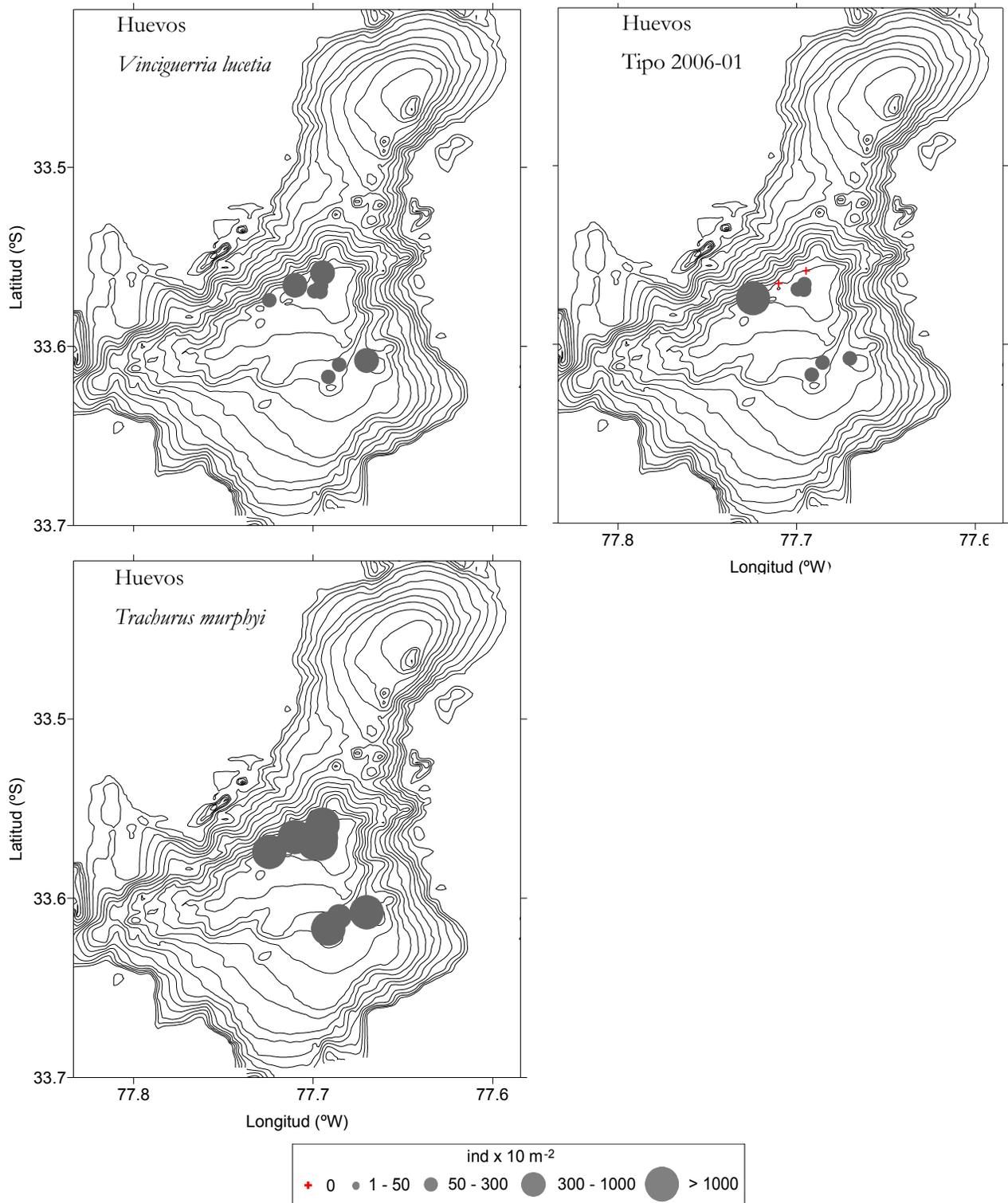


Figura 65. JF2 - Primavera. Abundancia (ind por 10 m⁻²) y distribución de huevos del pez mesopelágico *Vinciguerria lucetia*, jurel (*Trachurus murphyi*) y Tipo 2006-01 sobre el monte submarino JF2 durante octubre de 2006.

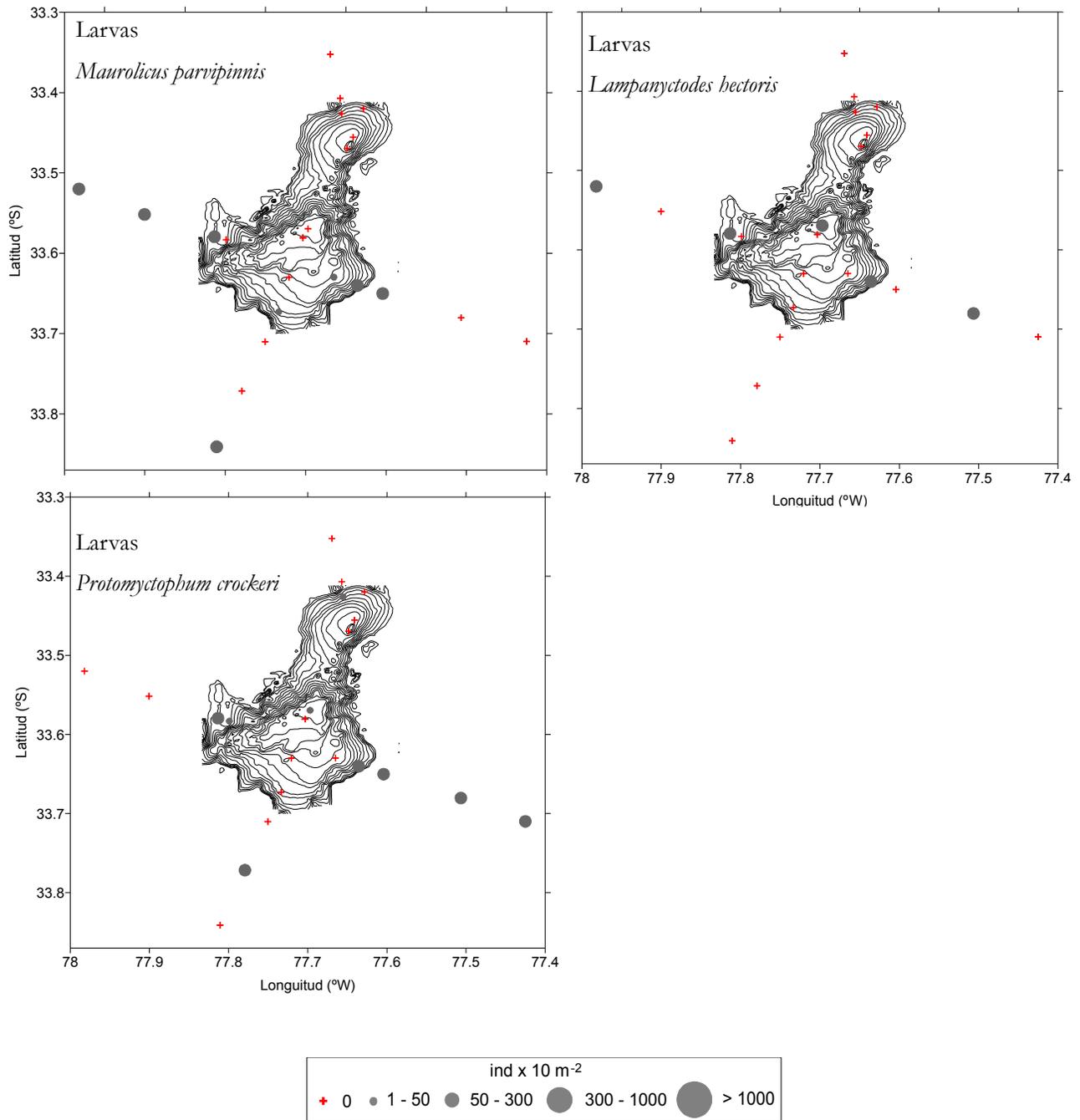


Figura 66. JF2 - Invierno. Distribución de larvas de peces sobre el monte JF2 durante invierno de 2006.

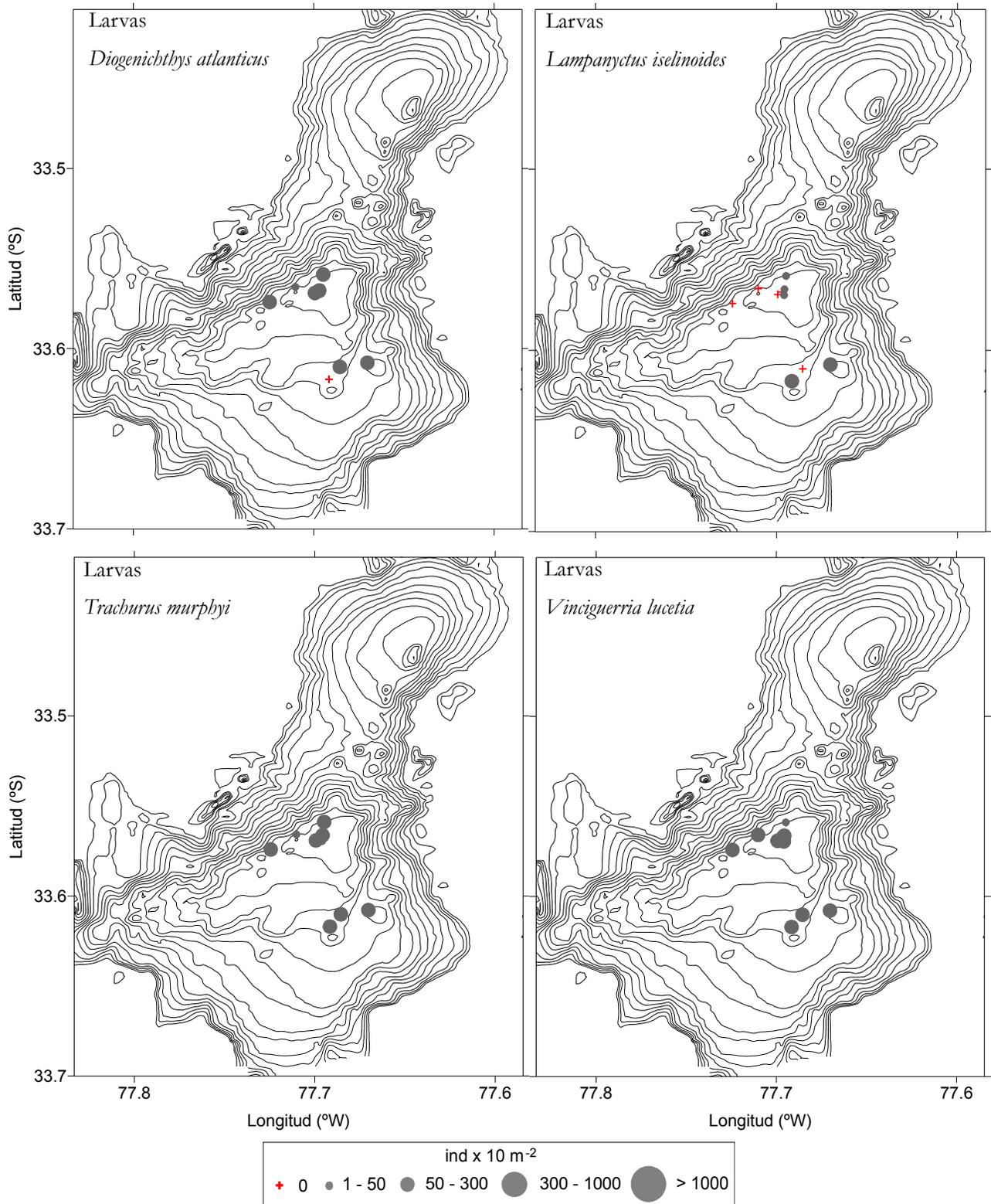


Figura 67. JF2 - Primavera. Abundancia (ind por 10 m⁻²) y distribución de larvas de peces sobre el monte submarino JF2 durante octubre de 2006.

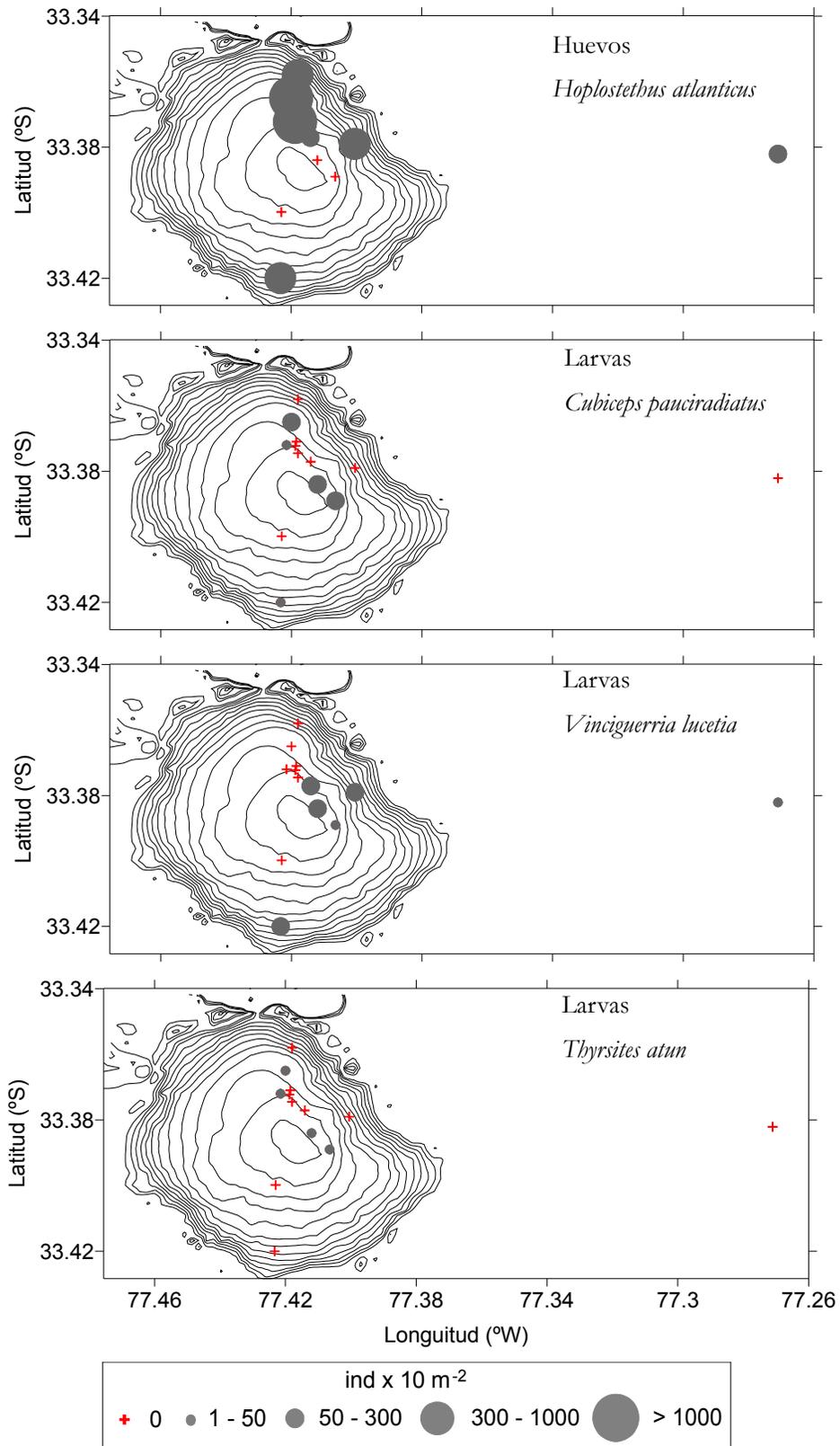


Figura 68. JF3 - Invierno. Distribución de huevos y larvas de peces sobre el monte JF3 durante invierno de 2006.

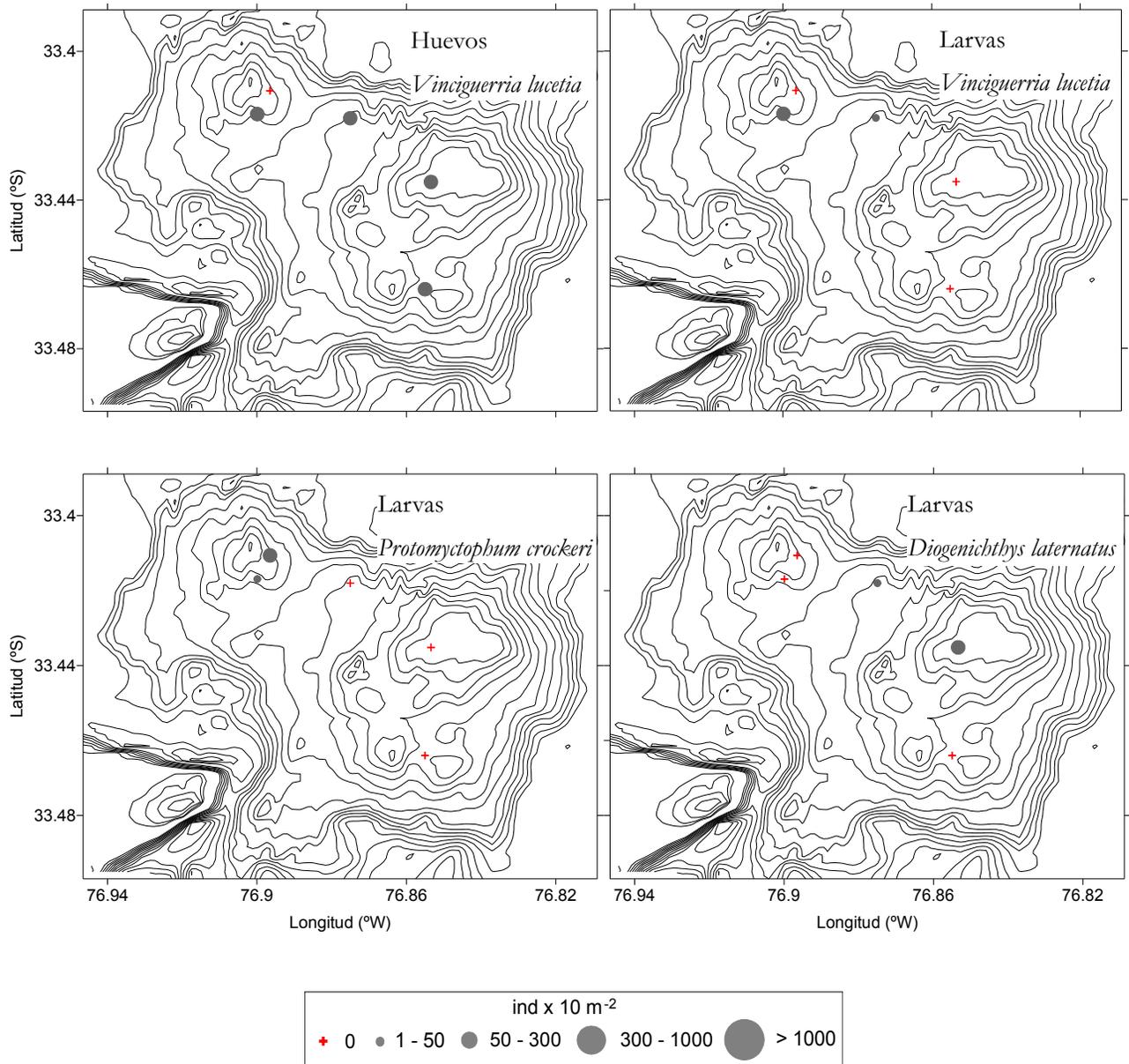


Figura 69. JF4 - Invierno. Distribución de huevos y larvas de peces sobre el monte JF4 durante invierno de 2006.

VI. Desarrollo y evaluación de índices de abundancia relativa basados en el monitoreo acústico de bajo costo y los registros de captura de la pesquería de orange roughy (objetivo 5).

Niklitschek E^{1.}, Roa R^{2.}, Hernández E^{1.}, Cornejo J^{1.} & P. Toledo¹

¹ Universidad Austral de Chile, Centro Trapananda

² Universidad de Concepción, Departamento de Oceanografía

1. INTRODUCCIÓN

Las series de tiempo de índices de abundancia relativa (IAR) son consideradas piezas elementales de información para la evaluación del estatus de los stocks pesqueros. Estas series se pueden construir con datos independientes de la pesca, es decir evaluaciones directas, o con datos generados por la actividad comercial. Tradicionalmente, los IAR basados en la actividad comercial sólo han considerado datos de captura y esfuerzo. Sin embargo, el desarrollo tecnológico reciente ha dotado a la flota comercial de ecosondas digitales capaces de registrar datos con calidad científica. Esta oportunidad ha sido aprovechada hasta ahora para transformar estos barcos en plataformas científicas dedicadas (cruceros) y de oportunidad (prospecciones oportunistas) en Canadá, Chile, Alaska y Nueva Zelanda (O'Driscoll y Macaulay, 2005). Sin embargo, el uso cuantitativo de los registros acústicos pasivos de la actividad comercial en la generación de un IAR ha sido pobremente documentada en la literatura. Lo anterior, a pesar del gran potencial sugerido por la masiva cobertura espacial y temporal de estos registros.

El valor de un IAR radicará en las características de las relaciones de proporcionalidad que le deberán relacionar con la abundancia de la población en el área y período de inferencia. Esta proporcionalidad, generalmente representada por el coeficiente q , se asume (anhela) constante entre años y zonas, o sujeta a factores de variabilidad conocidos o estimables. El problema de la variabilidad de q es un tema central tanto de los IAR basados en captura y esfuerzo como de aquellos que se pudiera desarrollar en base al monitoreo acústico de la flota. Parte de esta variabilidad está asociada a los siguientes factores:

- Muy probable correlación espacial de los datos dada la distribución agregada de los recursos en estudio.
- Probable correlación de los datos obtenidos por un mismo barco, asociada a las características físicas de la nave, equipamiento y/o experiencia del patrón de pesca.
- El área observada representa de manera incompleta el área de inferencia deseada y puede sufrir grandes variaciones entre años.
- El diseño de muestreo es altamente desbalanceado en su distribución espacial, con un gran número de observaciones en las áreas arrastrables de mayor concentración del recurso.
- La distribución espacial del esfuerzo de muestreo puede responder también al seguimiento del patrón de desplazamiento del recurso, lo que agrega una fuente de desbalance temporal al diseño de muestreo.
- La necesidad de evaluar medidas alternativas de esfuerzo, considerando unidades espaciales y/o temporales de medición.

Otro desafío común para los IAR acústicos y basados en captura-esfuerzo es la necesidad de incluir dos conceptos matemáticos para dar cuenta de todos los resultados posibles de las observaciones efectuadas por la flota. Por un lado, está el concepto binario de éxito o fracaso relacionado con los resultados positivos del lance de pesca o de la existencia de ecotrazos de la especie-objetivo en el track de observación. Esto da lugar a representar los resultados como 0 para fracaso y 1 para éxito de captura. El otro concepto, condicional al éxito de la observación, es la magnitud de la misma en términos de captura, eco total dispersado o sus respectivos cuocientes respecto de alguna unidad de esfuerzo. Este segundo concepto no es binario sino que continuo, representado por cualquier número real positivo. No es fácil mezclar ambos conceptos en un mismo marco de modelación estadística, nosotros hemos adoptado el enfoque de Aitchison (1955) y Pennington (1983), conocido también como modelo delta (Maunder y Punt, 2004).

1.1. Índices basados en captura y esfuerzo (CPUE)

Los IAR basados en la actividad extractiva pueden ser construidos a través de un modelo para las capturas, o para la tasa de captura, CPUE, pues ambos están naturalmente relacionados con la abundancia de la población. Sin embargo, dado el conjunto de factores que afectan esta proporcionalidad, las tendencias de la CPUE cruda a través del tiempo no necesariamente coinciden con las tendencias de la abundancia del stock en el mar, objetivo último de cualquier análisis de esta naturaleza (Maunder y Punt, 2004). Para obtener una señal ‘limpia’ de las tendencias en la abundancia del stock es necesario ‘ajustar’ (estandarizar) la serie cruda de CPUE en orden a remover los efectos de otros factores aparte de la abundancia del stock en el mar.

Una de las decisiones críticas en la construcción de un índice de abundancia relativa es la selección de la unidad de esfuerzo. Aunque la pesca de orange roughy y alfonsino es técnicamente una pesca de arrastre de fondo, la operación es diferente de aquella que se observa en fondos planos menos profundos (p.e. pesquería de merluza). La red se dirige directamente sobre el stock, hace contacto con él, y se levanta casi de inmediato. Es decir el lance es más un evento discreto de esfuerzo pesquero, que un evento continuo cuya magnitud este dada por el tiempo de arrastre. Por esto, la medida natural de esfuerzo: tiempo de arrastre, puede ser inadecuada, aunque no puede ser descartada *a priori*. Si el lance es un evento discreto de esfuerzo pesquero, entonces la cantidad de lances efectuados por un barco, en un período de tiempo, sería un indicador más apropiado de la magnitud del esfuerzo pesquero. En el presente trabajo analizamos ambas unidades de esfuerzo y desarrollamos un proceso sistemático de estandarización, siguiendo la revisión de Maunder y Punt (2004).

1.2. Indices basados en el monitoreo acústico de la flota

En el caso de especies de profundidad, las estimaciones hidroacústicas se basan en la integración del eco total dispersado por cada ecotrazo, cuyo coeficiente por unidad de área (S_A) es asumido proporcional a la abundancia de los peces insonificados. De esta manera, por definición, la variable observada S_A no corresponde a una observación directa de la abundancia, sino que a un indicador de abundancia relativa, cuya proporcionalidad respecto de la abundancia absoluta está dada por la distribución de coeficientes individuales de retro-dispersión σ_{sp} y por la disponibilidad del recurso en el área y periodo de estudio. σ_{sp} es asumido proporcional a la talla individual y corresponde al divisor que permite transformar la media estimada de S_A (densidad acústica) en un estimador de la densidad numérica media del stock (\hat{d}_N).

El error de medición de S_A es aceptado como bajo, y también lo es el error de estimación de \hat{S}_A dado un esfuerzo razonable de muestreo. Sin embargo, en la medida que se le transforma y escala hacia otras unidades de abundancia relativa (o absoluta), se van incorporando importantes fuentes de incertidumbre y posible sesgo. Una primera fuente de error y eventual sesgo es el fraccionamiento del \hat{S}_A total entre las especies que se presupone están presentes en los ecotrazos. Este paso requiere estimar la composición de especies y la media geométrica del coeficiente individual de retro-dispersión $\hat{\sigma}_{sp}$ para cada una de ellas, siendo altamente sensible a los patrones de selectividad del arte de muestreo. En el caso de orange roughy y alfonsino, no obstante, la experiencia indica que estas especies tienden a formar cardúmenes mono-específicos, reduciendo el riesgo de sesgo asociado a un muestreo inadecuado de la composición específica de los ecotrazos, aunque manteniendo el riesgo relacionado con la identificación de los mismos.

Las estimaciones de $\hat{\sigma}_{sp}$ y de su expresión asociada “fuerza de blanco” (TS, donde $\hat{\sigma}_{sp} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{TS/10}$) están sujetas a errores y sesgos considerablemente mayores que la estimación del \hat{S}_A total. La observación directa de estas variables es compleja y sujeta a error y potencial sesgo en la identificación de los blancos acústicos utilizados para la estimación de $\hat{\sigma}_{sp}$ de la especie objetivo. Por otro lado, las estimaciones de $\hat{\sigma}_{sp}$ *in situ* para especies batidemersales requieren de equipamiento y arreglos operacionales que les hace difícilmente compatibles con prospecciones destinadas a la evaluación directa de los mismos. Como resultado de lo anterior, se recurre normalmente a estimar $\hat{\sigma}_{sp}$ a partir de la distribución de tallas estimada para la especie-objetivo en el área de estudio, utilizando relaciones entre fuerza de blanco y talla disponible para el stock, la especie o el género.

Aunque existe evidencia empírica y teórica de proporcionalidad (lineal) entre σ_{sp} y longitud corporal, esta proporcionalidad es afectada significativamente por variables conductuales (orientación del pez respecto del haz acústico), biológicas (madurez sexual) y batimétricas (presión). Estas variables son, a menudo, ignoradas, ya sea por la dificultad de observarlas o porque sus relaciones funcionales con respecto a σ_{sp} se encuentran insuficientemente conocidas. Aún descartando estas variables adicionales, permanece el desafío de obtener un muestreo insesgado, o adecuadamente corregido, de la distribución efectiva de las tallas presentes en el área de estudio, cuyos sesgos afectarán significativamente las estimaciones de abundancia relativa o absoluta.

Omitiendo las consideraciones anteriores, la experiencia indica que las estimaciones hidroacústicas de abundancia o biomasa representan, a menudo, sólo una fracción de la abundancia total. Esta proporcionalidad es, a menudo, asumida como lineal a través de un coeficiente de proporcionalidad (q) que dependerá, principalmente, de tres componentes:

- sesgo sistemático (s).
- detectabilidad incompleta del recurso (v_a , vulnerabilidad hidroacústica).
- disponibilidad de las distintas clases de talla del recurso en el área y período de estudio (a_i).

El sesgo sistemático puede confundir dos o más de las fuentes antes señaladas, relacionadas con las propias mediciones hidroacústicas, el muestreo de tallas y especies, o los algoritmos que les relacionan con la abundancia o biomasa total. La aspiración razonable es mantener la consistencia inter-anual e inter-espacial de este sesgo.

La detectabilidad incompleta del recurso se encuentra asociada a la presencia de una fracción del recurso en la zona acústicamente ciega, que resulta invisible al ecosonda debido a interacciones entre la forma del haz y la pendiente del fondo. En la zona de Juan Fernández la altura promedio de esta zona es 7 m, los que pueden afectar de manera importante las estimaciones de especies estrechamente asociadas al fondo, como el orange roughy.

Como un tercer elemento, la disponibilidad de las distintas clases de talla i en el período y área de estudio (a_i) no sólo afecta de manera directa la proporcionalidad q , sino que puede inducir a significativos errores de subestimación de la abundancia, toda vez que se confunde con el efecto de la selectividad del arte de muestreo destinado a estimar la composición de tallas. Esta confusión de efectos obliga a tomar supuestos sobre uno de los factores para poder estimar el otro.

Mientras que s puede alcanzar valores superiores o inferiores a la unidad, v_a y a_i serán por definición inferiores a uno. De este modo, suele aceptarse que las estimaciones hidroacústicas de abundancia corresponden a “estimaciones mínimas” de la abundancia absoluta. Esto es más común en especies demersales y de aguas profundas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló, evaluó y comparó dos grupos principales de índices de abundancia relativa. Aquellos basados en la información acústica obtenida desde el programa de monitoreo de bajo costo implementado en 2003 y aquellos basados en la información de bitácoras de captura registradas como parte del mismo programa. Ambos grupos de índices fueron comparados respecto de su capacidad para predecir los estimados de biomasa obtenidos de los cruceros de evaluación científica 2003-2006, para cada una de las cuatro principales zonas de captura de orange roughy en la zona de Juan Fernández (JF1, JF2, JF3 y JF4), asumiendo un coeficiente de proporcionalidad (q) constante entre años y zonas. Las hipótesis alternativas de q variable entre años o entre zonas también fueron evaluadas.

Los montes JF5, JF6, BO1 y BO2 (Bajo O'Higgins) y PSI (Punta Sierra) no fueron incluidos en el análisis por contar con información insuficiente.

2.1. Índices basados en captura y esfuerzo

2.1.1. Disponibilidad y selección de datos

El análisis de indicadores de abundancia relativa se efectuó utilizando la base de datos de captura y esfuerzo del programa de monitoreo acústico de bajo costo 2002-2006. Esta base contó con registros de operación y captura de los lances dirigidos a orange roughy o alfonsino en el área de estudio, efectuados por siete naves a lo largo de 671 días de operación comercial (Tabla 45). La información procedente de días donde las naves combinaron actividades comerciales y científicas fueron excluidos del análisis.

Mientras que los cuatro principales montes (JF1, JF2, JF3 y JF4) donde se explota orange roughy proporcionaron suficientes lances y días-barco para estimar los GLMs, sólo los montes JF1 y JF2 rindieron información útil para alfonsino (Tablas 45 y 46). En base a este resultado ajustamos un total de ocho GLMs: uno para cada una de las cuatro zonas de orange roughy y para las dos zonas para alfonsino, además de un modelo global que combinó todas las áreas para cada una de las especie-objetivo.

Desafortunadamente los modelos no convergieron adecuadamente para los montes JF1 y JF4 en orange roughy. Esto se debió a tamaños de muestra mucho menores que para los montes JF2 y JF3 (Tabla 45), en los que sí ocurrió una convergencia apropiada, con bajos errores estándar para los efectos de los años en el modelo para las capturas positivas (Tabla 49). Posiblemente una simplificación del modelo para las zonas JF1 y JF2 rendiría un ajuste eficaz. Pero no parece razonable quitar el efecto del barco ni del mes cuando se sabe que esos factores afectan a la tasa de captura. Además la evidencia indica que en muchos casos el efecto de la profundidad fue claro (Tabla 49). Por lo tanto, si se considera muy valioso contar con series de abundancia relativa de cada zona, parece necesario explorar alternativas metodológicas diferentes a los GLM.

Tabla 45. Esfuerzo acumulado de pesca expresado en horas de arrastre y días de operación por zona, año y especie-objetivo: orange roughy (OR) y alfoncino (ALF).

Especie	Zona	Horas de arrastre					Días de operación				
		2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
OR	JF1	71	33	55	34	7	16	12	22	12	2
	JF2	96	129	108	111	0	32	43	43	27	0
	JF3	76	105	139	33	1	21	35	37	10	1
	JF4	131	97	151	98	3	35	28	40	30	2
	JF5	0	7	3	0	0	0	4	2	0	0
	JF6	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	BO1	3	0	34	1	0	1	0	14	0	0
	BO2	0	12	13	6	0	0	5	8	4	0
	PSI	0	25	8	1	0	0	13	5	1	0
ALF	JF1	16	141	90	12	94	6	35	20	5	19
	JF2	95	65	12	13	76	21	20	5	8	14
	JF3	5	4	1	0	0	3	3	1	0	0
	JF4	12	13	2	4	0	5	8	1	4	0
	JF5	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0
	JF6	0	15	25	0	0	0	3	4	0	0

2.1.2. Enfoque de análisis

El método más común de estandarización del esfuerzo es a través de modelos lineales generalizados (glm, Nelder y Wedderburn, 1972). En particular, para el caso de las capturas positivas los glm más frecuentes son los glm multiplicativos de la familia gaussiana (es decir, con función de enlace log). En nuestra propuesta se incluye este modelo para las capturas positivas. Conceptualmente, los índices propuestos corresponden a una familia de modelos del tipo,

$$\frac{C_{y,m,b}}{E_{y,m,b}} = CPUE_{y,m,b} = q \cdot N_y \cdot M_m \cdot B_b \cdot Z \cdot \lambda_{y,m,b}$$

donde,

C : captura del año y , mes m , barco b

E : esfuerzo

q : intercepto general (coeficiente de proporcionalidad)

N : abundancia del stock en el mar

M_m : efecto estacional del mes m

B_b : efecto del barco b ,

Z : profundidad

λ : variable aleatoria \sim lognormal $(1, \sigma^2)$.

En los modelos empleados, el año, mes y barco fueron factores, mientras que la profundidad fue una co-variable. Se ajustó este modelo a cada una de las zonas de importancia (montes submarinos del Archipiélago Juan Fernández) en la pesca de cada una de las dos especies, y además se ajustó a todos los datos (juntos para cada especie), sin distinción de zona/monte.

Para recuperar el efecto de cada año, es decir de la abundancia del stock, se utilizó la transformación inversa para medias lognormales,

$$N_y = \exp(v_y + \sigma_{v,y}^2/2)$$

donde, v_y es la media lognormal del factor año en el año y , y σ^2 es una estimación de su varianza.

Para el caso de las capturas binarias, se supuso que el número de lances exitosos X , dado un número de lances n , tuvo un valor de probabilidad

$$P(X = x_{y,m,b}) \propto \pi_{y,m,b}^{x_{y,m,b}} (1 - \pi_{y,m,b})^{n_{y,m,b} - x_{y,m,b}}$$

donde la probabilidad de éxito de captura π obedece a la relación

$$\log\left(\frac{\pi_{y,m,b}}{1 - \pi_{y,m,b}}\right) = q_0 + N_y + M_m + B_b + q_z Z$$

Es decir, se ajustó un glm de la familia binomial con función de enlace logit para la probabilidad de éxito de captura. En este caso la estimación del índice de probabilidad de éxito de captura para cada año es

$$p_y = \frac{\exp(q_0 + N_y)}{1 + \exp(q_0 + N_y)}$$

en donde se ha ignorado el efecto de las variables mes, barco y profundidad para la extracción del efecto del factor año (aunque si fueron consideradas en el ajuste de los modelos) puesto que sólo interesa el índice de probabilidad de éxito de captura, no la probabilidad misma (ver ec. 9 en Maunder y Punt, 2004).

El análisis de las capturas positivas y de las capturas binarias entrega dos índices de abundancia relativa que se refieren a dos procesos diferentes pero relacionados de manera multiplicativa: por un lado está el éxito de captura y por otro la magnitud de la CPUE dado que ocurrió un éxito. Naturalmente, un tercer índice se calcula por la simple multiplicación, año a año, de los índices ya disponibles (Ortiz et al. 2000). Este es el índice combinado, o índice delta

$$D_y = N_y p_y$$

Los tres índices fueron estimados para ambos stocks y para todas las zonas así como para los datos agregados para todas las zonas, aunque como se mostrará más adelante, en general no fue posible estimar series por zona debido a que los datos no tuvieron suficiente información para ese nivel de desagregación.

2.2. Índices acústicos

2.2.1. Disponibilidad y selección inicial de datos

Para el desarrollo y evaluación de estos índices se utilizó la base de datos del monitoreo de bajo costo de la pesquería de orange roughy acumulada a diciembre de 2006. Esta base contiene un total de 550.496 unidades muestrales (100 m de longitud) correspondientes al registro acústico pasivo de la operación comercial de siete barcos que participaron de la pesquería en el período de estudio (Tablas 46 y 47). Este set de datos excluyó aquellos registros procedentes de naves no calibradas, o que no se ajustaron a los protocolos de configuración de ecosondas establecidos respecto de la potencia de transmisión (2 kW) y longitud de pulso (1 ó 2 ms). Este último problema eliminó los datos disponibles para el año 2002.

Con el fin de evitar posibles interferencias operacionales de la realización de actividades de prospección científica se excluyó del análisis los registros correspondientes a aquellos días donde un mismo barco combinó operaciones comerciales y científicas. Para el caso del orange roughy se excluyó además los registros previos al 1 de mayo y posteriores al 15 de septiembre (para cada año), por encontrarse fuera del periodo de desove, única época del año en la cual orange roughy se transforma en especie-objetivo de esta flota (Niklitschek et al., 2006).

2.2.2. Instalación y configuración de los sistemas hidroacústicos

Se utilizó el equipamiento propio de cada barco para la detección, visualización y registro de las agregaciones de la especie-objetivo (Tabla 47). Para ello, se estableció un protocolo de trabajo que, aceptado por armadores y patrones de pesca, buscaba la generación de registros hidroacústicos adecuados y comparables entre naves. Este protocolo consideró, entre otros, los siguientes elementos:

- Potencia de transmisión de 2 kW; longitud de pulso de 1 ó 2 ms, según calibración disponible y preferencia del patrón de pesca.
- Bitácora acústica a bordo, destinada a registrar eventos tales como marcas atribuidas a especie-objetivo, lances de pesca sobre marcas y otros.
- Incorporación de observadores acústicos en el puente de naves seleccionadas (año 2004).

El sistema de respaldo a bordo consistió en discos duros externos de 40/80 Gb de capacidad, conectados directamente al computador del sistema EK60, ES60 ó ER60. Posterior a cada viaje se

procedió a transferir la información a cintas magnéticas y/o minidiscos externos para su almacenamiento y post-proceso en el laboratorio de Biología Marina Cuantitativa del Centro Trapananda de la Universidad Austral de Chile.

2.2.3. Calibración y corrección de fuentes conocidas de sesgo

Sólo se utilizó datos de barcos debidamente calibrados para la potencia y duración de pulso efectivamente usada en terreno. Los procedimientos de calibración y corrección *a posteriori* aplicados a sistemas ES60 se encuentran ya descritos en en el capítulo I, numeral 4.2.3, del presente informe.

Siguiendo un proceso equivalente al empleado por Boyer *et al.* (2003) y Niklitschek *et al.* (2005) y los métodos descritos en el capítulo I, punto 2.6 del presente informe, se aplicó los siguientes factores de corrección

- i. Calibración de equipos.
- ii. Pulsos perdidos y defectuosos.
- iii. Zona ciega.

2.2.4. Post-proceso de los registros hidroacústicos

El post-proceso fue efectuado con ayuda del programa computacional Echoview© (Versión 4.10.49.7464). Especial esfuerzo fue puesto en la estandarización del post-proceso entre años y analistas, incluyendo métodos semi-automáticos de delineación de ecotrazos y eliminación de pulsos defectuosos (Tabla 48).

Tabla 46. Barcos que operaron en la pesquería de orange roughy y alfonsino 2003-2006, cuyos registros acústicos pasivos fueron incorporados en el presente trabajo.

Barco	Año			
	2003	2004	2005	2006
Bonn	■	■	■	■
Betanzos		■	■	
Cote St. Jacques	■			■
Friosur IX	■			
Leopardo		■		
Pelagos		■		
Saint Pierre				■

Tabla 47. Especificaciones técnicas de las embarcaciones utilizadas en el programa de monitoreo acústico de bajo costo de la pesquería de orange roughy 2002-2006

Características	Embarcación						
	FrioSur IX	Bonn	Pelagos II	Leopardo	Betanzos	Cote St. Jacques	Saint Pierre
Eslora (m)	53,30	54,20	58,60	33,95	72,10	44,00	49,98
Manga (m)	11,50	11,00	11,20	9,80	12,50	12,50	s.i.
Calado aprox. (m)	5,00	4,00	5,00	6,95	6,00	s.i.	s.i.
TRG (ton)	930	945	1.085	554	1.438	606	1.259
Potencia HP	2.225	2.400	1.960	1.185	2.700	2.000	2.287
Propulsor	I.V.						
Transductor	Simrad ES38B 38 kHz						
Transceptor(es)	Simrad EK60	Simrad EK60	Simrad EK60	Simrad EK60	Simrad EK60 & ES60	Simrad EK60 & ES60	Simrad EK60 & ES60

2.2.5. Enfoque espacial

Para abordar el desbalance producido por la sobre-representación de puntos del espacio muestreados repetidamente por un mismo barco, se procedió a dividir cada zona de estudio en celdas de 500 x 500 m promediando las observaciones obtenidas por un mismo barco dentro de la unidad de tiempo empleada para el respectivo análisis (día o año). La correlación espacial (entre celdas) fue tratada a través de la modelación geoestadística de las observaciones, basada en el método de máxima verosimilitud utilizado en los restantes capítulos y secciones del presente informe (Niklitschek & Roa, 2006).

2.2.6. Coeficiente medio de dispersión por unidad de área (\hat{S}_A)

El coeficiente medio de dispersión por unidad de área fue calculado para cada zona de estudio utilizando el método geo-estadístico de máxima verosimilitud de Niklitschek & Roa (2006). Este método modela la correlación espacial de la variable z a lo largo de los ejes x e y , asumiendo estacionaridad de segundo orden, es decir un valor estimado de la variable respuesta igual para todos los pares x,y y una misma covarianza para todos los pares de observaciones ubicadas a igual distancia. Considera además fuentes adicionales de correlación de los datos, que en este caso correspondieron a las variables categóricas “ciclo semi-adaptativo” y “prospección dentro de ciclo”. Siguiendo el método indicado, el variograma empírico fue ajustado por máxima verosimilitud a través de un modelo lineal general asumiendo un modelo de correlación espacial de tipo gaussiano y una distribución log-gamma del error.

Tabla 48. Principales criterios de post-proceso empleados para el análisis de la serie de datos del monitoreo acústico de bajo costo de orange roughy (OR) y alfonsino (ALF) 2003-2006

Criterio de Post-Proceso	OR	ALF
Estrato batimétrico de análisis (m)	500-1.000	200-600
Intervalo básico de muestreo (m)	100	100
Parámetros delineación semi-automática de cardúmenes (SHAPES)		
• Longitud mínima ecotrazo (m)	40	20
• Altura mínima ecotrazo (m)	10	5
• Longitud mínima ecotrazo candidato	5	5
• Altura mínima ecotrazo candidato	2	2
• Máxima distancia de enlace horizontal entre quantas	5	5
• Máxima distancia de enlace horizontal entre quantas	20	20
Filtro Sv para delineación de ecotrazos	-70 a -72	-65
Filtro Sv para ecointegración	-75	-75

La media y la varianza de la variable transformada ($\hat{S}_A^{\hat{\sigma}}$) fueron llevados de vuelta a unidades originales (\hat{S}_A) a partir del muestreo aleatorio ($n=5.000$) de la función de distribución de probabilidad normal con media y desviación estándar iguales a las estimadas por el modelo geostatístico para la variable transformada.

El S_A total fue particionado entre especies, asignando un valor $S_{A(sp)}^{\hat{\sigma}}$ a cada especie-objetivo definido por la relación,

$$S_{A_{obj}} = S_A \cdot \frac{F_{obj} \cdot \sigma_{obj}}{\sigma_{obj} \cdot F_{obj} + \sigma_{sp2} \cdot F_{sp2}} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{mn}^{-2})$$

donde,

$$\sigma : 4 \cdot \pi \cdot 10^{\frac{TS}{10}}$$

F : proporción en la captura o proporción asignada por el modelo probabilístico de Niklitschek et al (2005).

obj : especie objetivo (orange roughy o alfonsino).

$sp2$: especie concurrente (orange roughy o alfonsino).

TS : fuerza de blanco (dB).

2.2.7. Dispersión acústica total por zona y período de estudio (DAZ)

Definido como el producto entre el estimado de la media del coeficiente de dispersión acústica S_A asignado a la especie-objetivo y el área de distribución efectiva observada para el stock en esa misma zona y período, corresponde a la relación:

$$DAZ_o = \hat{S}_{A(sp)} \cdot \hat{p} \cdot A_o \text{ (m}^2\text{)}$$

donde,

\hat{p} : proporción del área observada ocupado por el stock.

A_o : Área observada (mn^2).

Para los efectos anteriores, \hat{S}_A y \hat{p} fueron calculados mediante métodos geoestadísticos basados en máxima verosimilitud (Niklitschek & Roa, 2006), equivalentes a los descritos previamente en el desarrollo de los objetivos 1 y 2. El área observada, por su parte, correspondió al producto entre el tamaño de los pixeles de análisis ($0,25 \text{ km}^2$) y el número total de pixeles con observaciones acústicas disponibles para un mismo período y zona.

Este índice es espacialmente explícito y busca integrar el conjunto de observaciones anuales efectuadas por las distintas naves, primero a nivel de cada pixel del plano x,y y luego a nivel de toda el área explotada en un año determinado. Asociados a este índice existen dos estimadores que poseen valor informativo por sí mismos: \hat{S}_A y \hat{p} , los que representan, respectivamente, la densidad media y la proporción del área explotada que es efectivamente ocupada por el stock.

El DAZ posee la ventaja de ser insensible a sesgo y error en el muestreo de tallas, aunque no así respecto de errores o sesgos en la asignación de S_A entre especies. Es también insensible a cambios reales en la composición de tallas de la población, los que afectarían la proporcionalidad entre S_A observado y abundancia.

Conceptualmente, el DAZ corresponde a la sumatoria de los productos entre el número de individuos de la talla i presentes en el área observada y el coeficiente de dispersión individual correspondiente a la respectiva talla i . De este modo, desagregando el coeficiente de proporcionalidad q de la disponibilidad del stock a la talla i (a_i) en el área observada, el valor esperado de DAZ estaría dado por

$$DAZ_e = q \cdot \sum_{i=1}^k a_i \cdot N_i \cdot \sigma_{sp(i)}$$

donde,

N_i : número total de individuos de la talla i en el stock.

σ_{sp} : coeficiente de dispersión individual para la talla i .

TS_i : $18,46 \cdot \log_{10}(LE_i) - 79,13$ relación propuesta entre TS y longitud estándar (LE) para orange roughy.

2.2.8. Varianza muestral de la densidad acústica total observada $V(D\hat{A}Z_o)$

Calculada por el método delta y considerando que las estimaciones de \hat{z} y $\hat{\alpha}$ son independientes por construcción, podemos utilizar la relación:

$$V(D\hat{A}Z_o)=[\hat{p}^2 \cdot V(\hat{S}_A) + \hat{S}_A^2 \cdot V(\hat{p})] \cdot A_o^2$$

2.2.9. Dispersión acústica observada por hora de operación y barco (DAH)

A diferencia del índice DAZ, este índice es calculado a nivel de la operación diaria de cada barco y no considera la correlación espacial de los datos. Posee cierta analogía con el índice de captura por unidad de esfuerzo. Corresponde a la suma del coeficiente medio de dispersión observado en las u unidades elementales de muestreo (UEM) visitadas por el barco b , durante el día j , en la zona m , dividida por el total de t horas dedicadas por el barco b a operar en la zona m durante el día j .

$$DAH_{(b,j,m)} = \frac{\sum_{UEM=1}^u S_{A(b,j,m)}^{\wedge}}{t_{b,j,m}}$$

Dada la existencia de un número no despreciable de días donde el valor de $DAH_{(b,j,m)}$ es cero, proponemos aplicar el método delta ya descrito, estimando la media de la variable respuesta, condicional a un valor de $DAH_{(b,j,m)} > 0$; tratando separadamente la proporción de observaciones positivas y nulas. En consecuencia, proponemos construir el índice anual DAH a partir de los siguientes dos modelos multiplicativos:

i. Modelo condicional de estimación de la media de DAH cuando $DAH_{(b,j,m)} > 0$

Aquí proponemos un modelo lineal general mixto que permita considerar la covarianza asociada al efecto aleatorio de los distintos barcos que operan cada año en la zona de interés m . En su versión más simple este modelo estaría definido como,

$$DAH_{(m)}^+ = \mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}\mu + \epsilon$$

donde,

\mathbf{X} : matriz de efectos fijos (año).

β : vector de parámetros de los efectos fijos.

\mathbf{Z} : matriz de efectos aleatorios (barcos).

μ : vector de parámetros de los efectos aleatorios $\sim N(0, G)$.

ϵ : vector de errores $\sim N(0, R)$.

ii. Modelo logístico de la proporción de observaciones en las que se cumple la condición $DAH_{(b,j,m)} > 0$

aquí proponemos un modelo lineal general mixto de tipo logístico (función de enlace logit, distribución binomial) que permita considerar la covarianza asociada al efecto aleatorio de los

distintos barcos que operan cada año en la zona de interés m . En su versión más simple este modelo estaría definido como

$$y_m = \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z} \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\epsilon}$$

donde,

$$y_m : \quad \log_e \frac{p(DAH_{(m)} > 0)}{1 - p(DAH_{(m)} > 0)}$$

\mathbf{X} : matriz de efectos fijos (año).

$\boldsymbol{\beta}$: vector de parámetros de los efectos fijos .

\mathbf{Z} : matriz de efectos aleatorios (barcos).

$\boldsymbol{\mu}$: vector de parámetros de los efectos aleatorios $\sim N(0, G)$.

$\boldsymbol{\epsilon}$: vector de errores $\sim N(0, R)$.

3. RESULTADOS

3.1. Índices basados en captura y esfuerzo

3.1.1. Captura por hora de arrastre (CPH)

El análisis de resultados de abundancia relativa para orange roughy en las zonas JF1 y JF2 mostró gran variabilidad inter-anual en el modelo condicional (Tabla 49) lo que dificulta evaluar la existencia de tendencias, las que se insinúan más bien descendentes (Figura 70). El modelo binomial, por el contrario, muestra patrones que sugieren incremento o estabilidad en la probabilidad de éxito de los lances de pesca (Figura 71). Combinando ambos modelos, podemos observar un CPH que tiende a aumentar en ambas zonas entre 2003 y 2005 (Figura 72).

El análisis global (zonas combinadas dentro de especies) denota una tendencia descendente para el modelo condicional en ambos stock, pero más clara en el caso de orange roughy (Figura 70). Se mantiene, en contraste, una tendencia inversa en el modelo binomial (Figura 71), donde la probabilidad de éxito (captura >0) tiende a aumentar en orange roughy, y mantenerse estable en alfonsino (Figura 71).

El índice combinado DHA, por su parte tendió a la baja, especialmente en orange roughy, donde se aprecia una fuerte influencia del año 2006. Cabe mencionar que este año se registró actividad comercial dirigida a orange roughy en sólo cinco días, lo que redujo notablemente el tamaño muestral de este período. En el caso de alfonsino, el elevado índice CPH del año 2003 tiende a oscurecer el real patrón existente y sugiere la necesidad de revisar más profundamente esta serie (Tabla 72).

3.1.2. Captura diaria por lance (CPL)

Los índices con el número de lances por día barco como unidad de esfuerzo muestran una situación similar, con un tendencia al descenso en el modelo condicional para ambos stocks, una

tendencia incremental en el modelo binomial para orange roughy y gran estabilidad en el modelo binomial para alfonsino (Figura 73).

1. El índice combinado CPL muestra una tendencia a la baja, cuya pendiente en orange roughy esta fuertemente influenciada por los resultados del 2006 ($n=5$). En el caso de alfonsino, se observa una tendencia descendente a excepción de un aparente aumento entre 2002 y 2003 (Figura 72).

Al comparar ambos índices, CPH y CPL, se aprecia cierta consistencia en sus resultados y muy altos coeficientes de variación que hacen poco recomendable su uso dado el actual nivel de desarrollo de los mismos. El índice CPH tiene la ventaja de trabajar con un mayor tamaño de muestra, lo que desafortunadamente no se refleja en una reducción efectiva del CV.

El hecho que los índices de la probabilidad de éxito de captura se hayan mantenido relativamente constantes mientras los índices de densidades positivas caen sugiere que la abundancia del stock cae porque las agregaciones son menos densas, y no porque son menos extensas en área. Este es un escenario que fortalece la presunción de una relación lineal entre CPUE y abundancia. Sin embargo, es posible introducir una mejora al estimar la probabilidad de éxito de captura absoluta en lugar del índice de probabilidad de éxito, utilizando algún enfoque de aplicación de la ecuación 9 de Maunder y Punt (2004). Este nuevo cálculo permitiría confirmar el resultado de relativa estabilidad de la probabilidad de éxito de captura.

Tabla 49. Estimados de los efectos de cada año (errores estándar entre paréntesis) y significancia de la profundidad (prof) como covariable en los GLMs ajustados.

Unidad de esfuerzo	Año	Modelo condicional								Modelo binario			
		OR					ALF			OR			ALF
		JF1	JF2	JF3	JF4	Total	JF1	JF2	Total	JF2	JF3	Total	Total
Horas arrastre	2002	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2003	2,5 (13,4)	-0,2 (1,2)	0,4 (1,3)	1,0 (14,5)	0,3 (0,8)	-1,4 (5,1)	2,2 (54,9)	0,8 (4,0)	-0,5 (0,3)	-0,7 (0,4)	-0,1 (0,2)	1,6 (0,8)
	2004	0,1 (15,2)	0,2 (0,8)	0,6 (0,9)	-0,4 (14,6)	0,7 (0,8)	-0,6 (5,3)	1,5 (54,9)	0,3 (3,9)	-0,2 (0,2)	-0,4 (0,3)	-0,02 (0,2)	2,1 (0,8)
	2005	-3,8 (19,9)	0,4 (0,8)	0,5 (0,9)	1,1 (14,5)	0,6 (0,8)	0,1 (3,4)	1,7 (52,6)	0,9 (3,4)	-0,3 (0,3)	0,5 (0,3)	-0,1 (0,2)	1,2 (0,6)
	2006	-0,1 (20,4)			0,2 (14,5)	-1,1 (0,9)						0,2 (0,2)	
	prof	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05
Lances	2002	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1
	2003	2,2 (4,9)	-0,5 (2,1)	-4,0 (68,3)	1,7 (7,6)	0,6 (0,9)	-1,4 (5,1)	-0,8 (36,7)	-1,7 (3,6)			32,4 (39,8)	38,5 (1,4)
	2004	-2,2 (13,1)	0,6 (0,9)	0,2 (28,2)	-0,8 (7,6)	0,1 (0,9)	-0,6 (5,3)	-1,0 (36,5)	-1,2 (3,4)			-42,6 (46,7)	-88,9 (1,7)
	2005	-1,2 (5,6)	1,2	0,4 (28,3)	0,8 (7,6)	0,3 (0,9)	0,1 (3,4)	-0,1 (29,9)	0,4 (2,9)			-54,7 (61,4)	-3,9 (2,5)
	2006	-1,8 (5,5)		-1,4 (28,4)	-1,1 (7,8)	-2,0 (1,3)						15,3 (105)	
	prof	>0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05			>0,05	<0,05

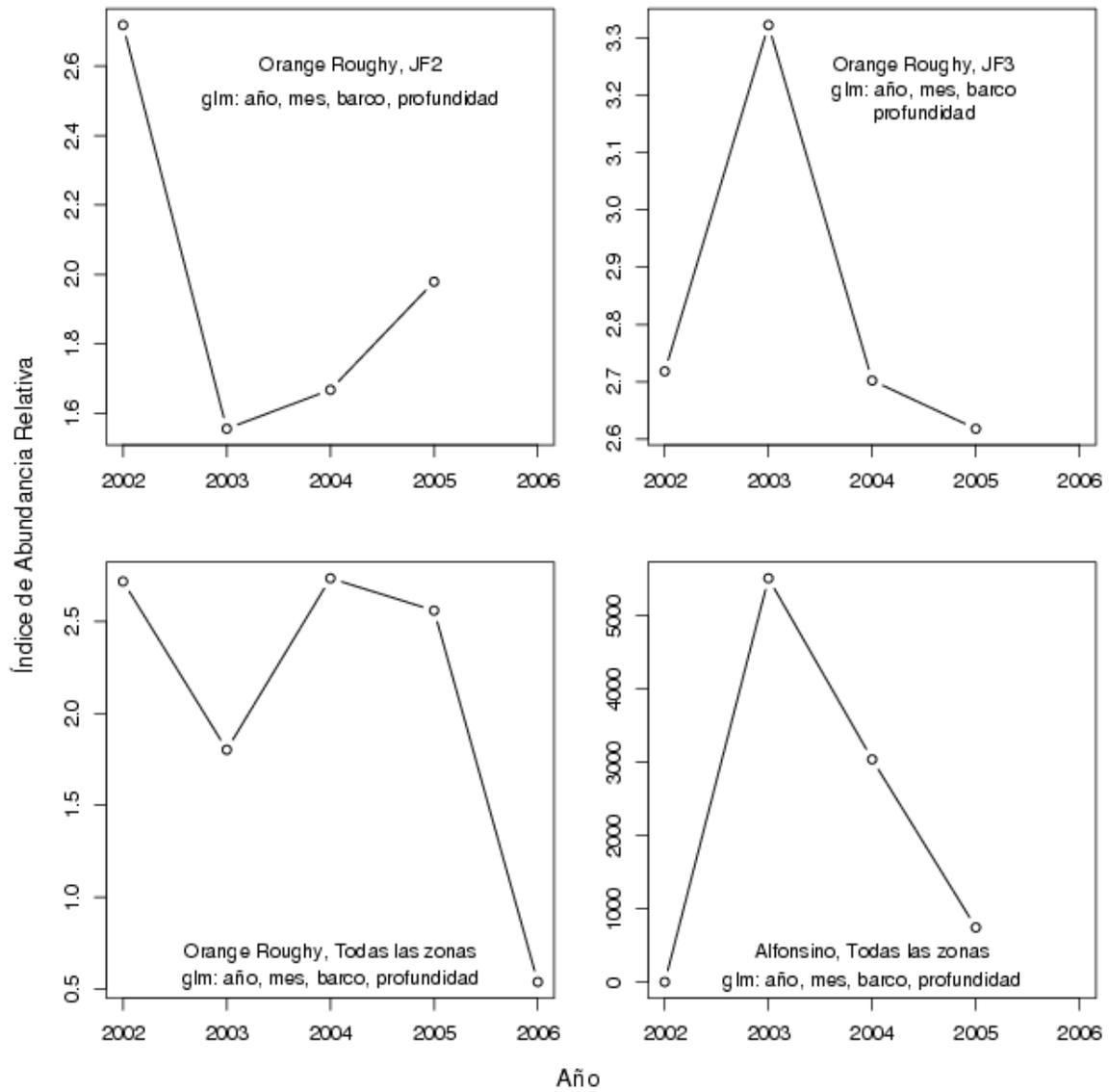


Figura 70. Series de abundancia relativa basados en captura por horas de arrastre de las capturas positivas.

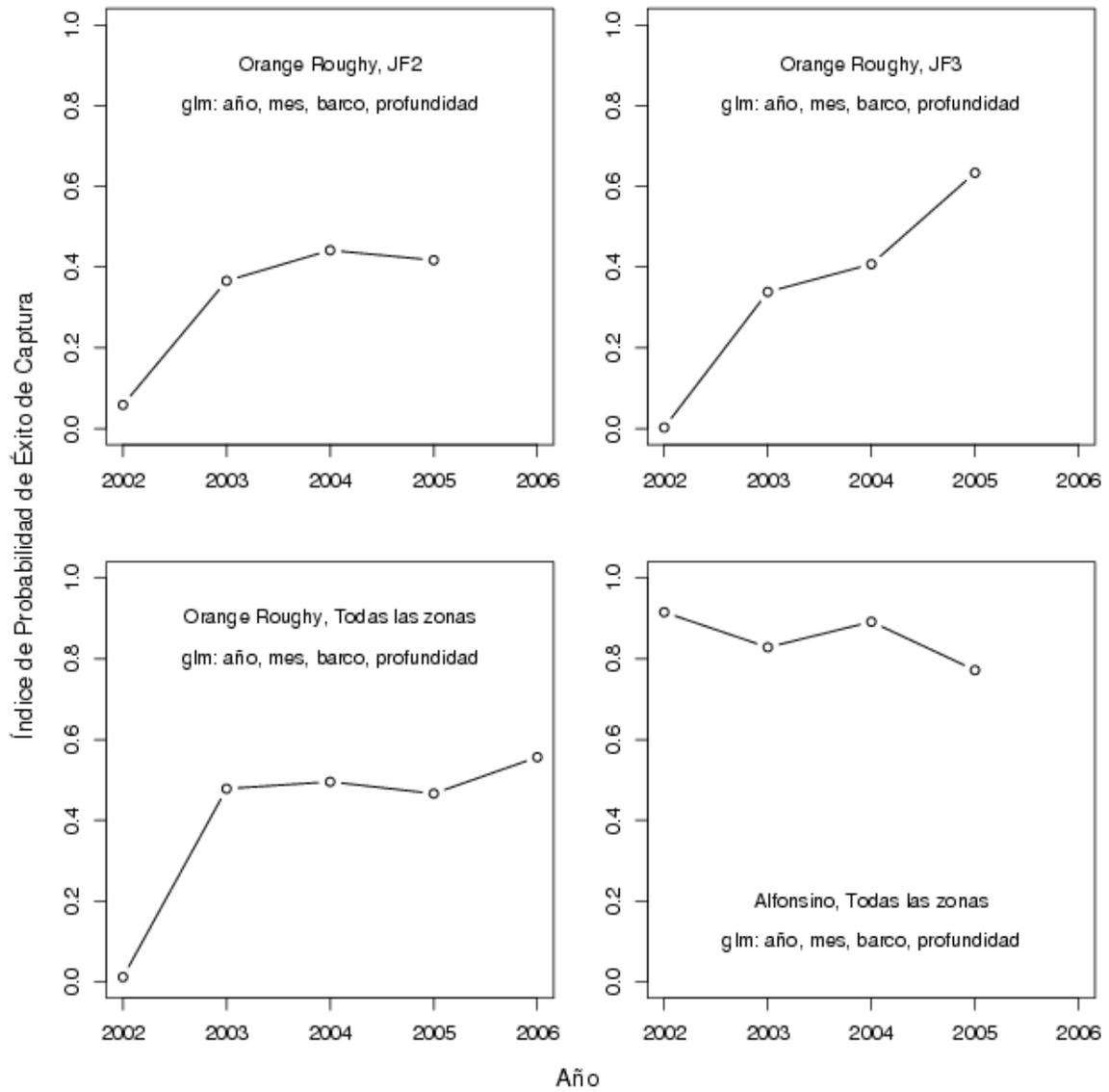


Figura 71. Series de abundancia relativa basados en captura por horas de arrastre de las capturas binarias.

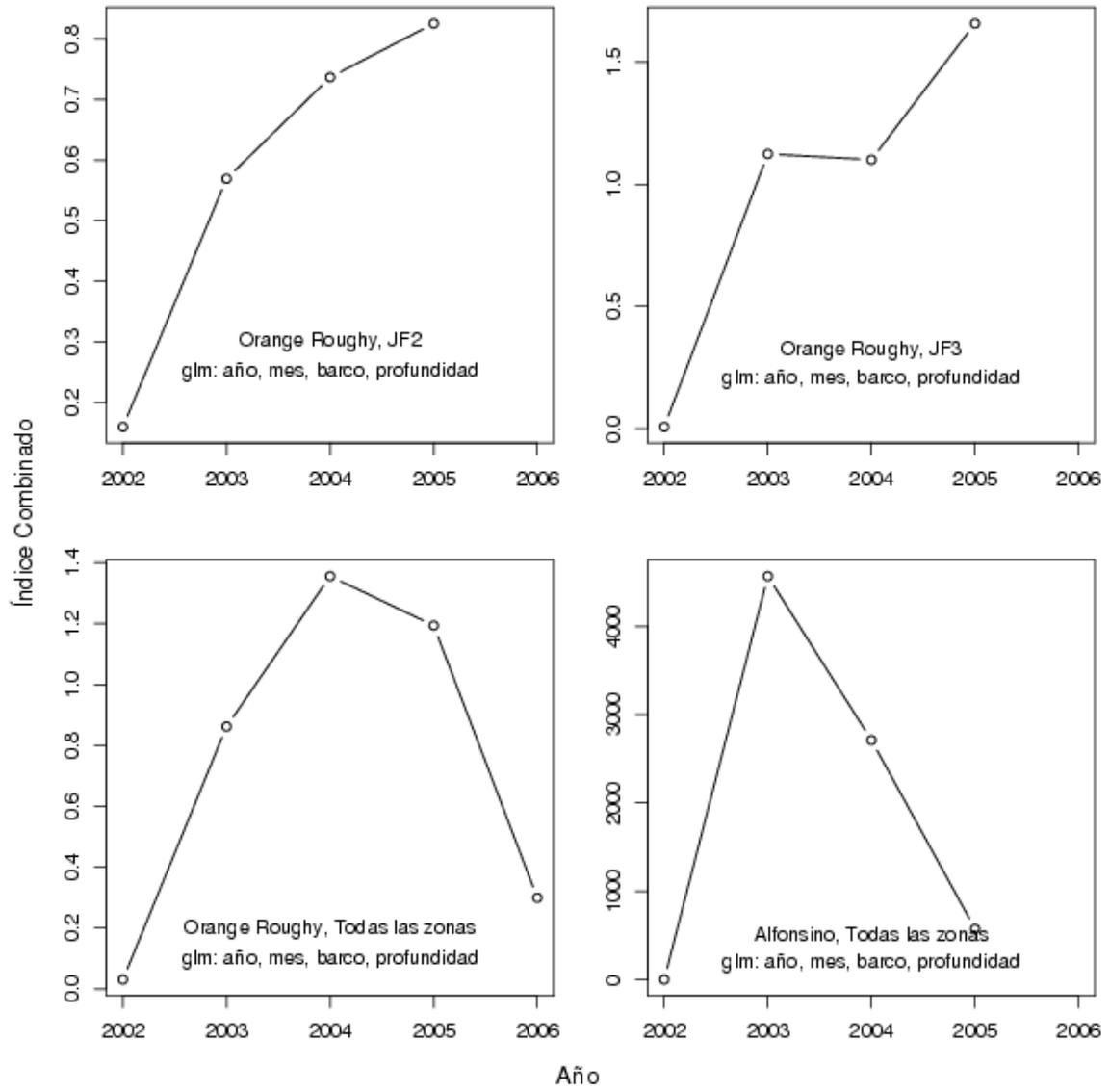


Figura 72. Series de abundancia relativa basados en captura por horas de arrastre combinando los resultados para capturas positivas y binarias.

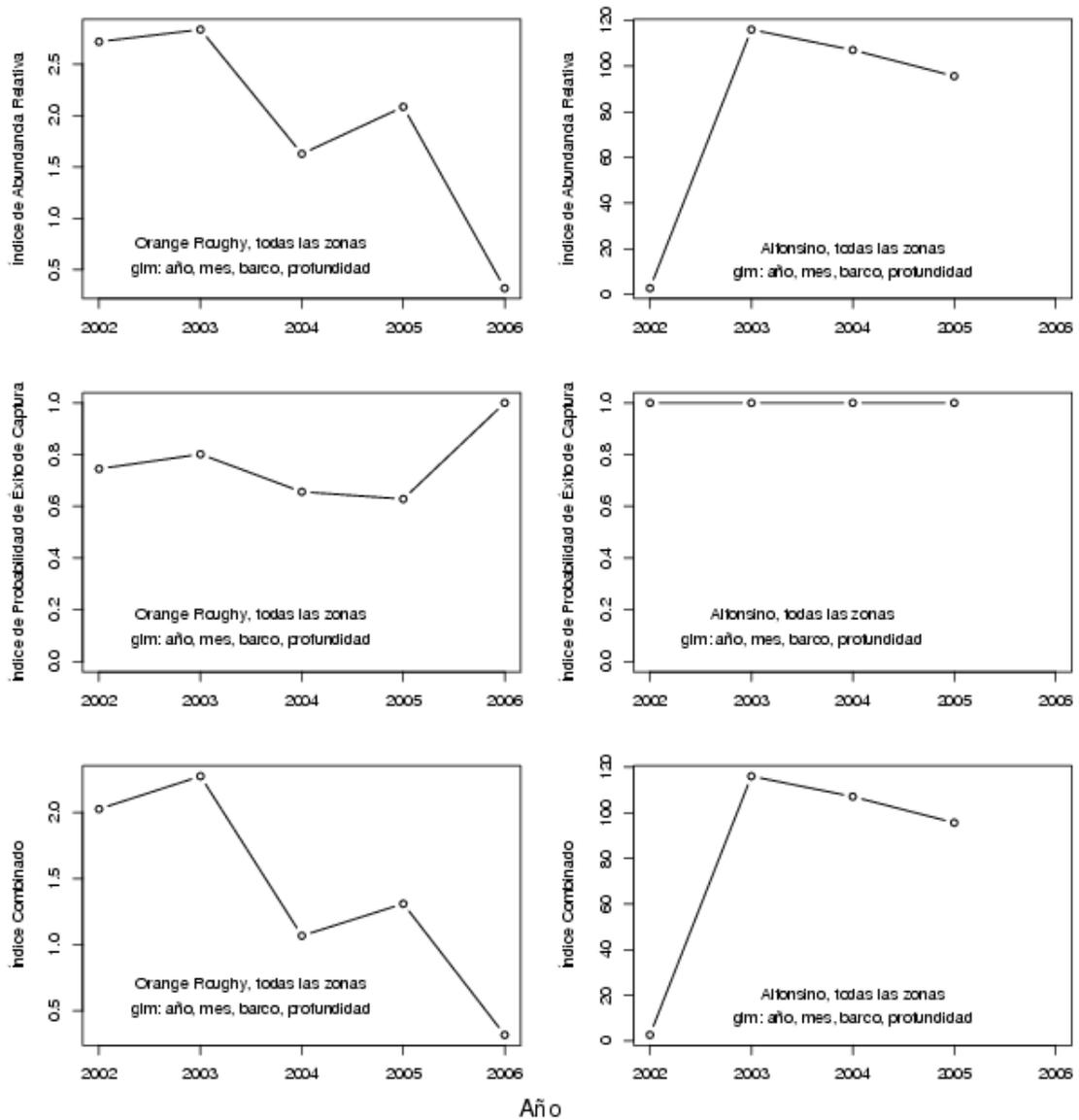


Figura 73. Series de abundancia relativa basados en captura por lance-día-barco con las capturas positivas, las binarias, y el índice combinado.

3.1.3. Índices acústicos

En el presente informe sólo se incluye estimados del índice DAZ para orange roughy. Esto debido a la dificultad de análisis que impuso la inconsistencia en la cobertura espacial de los datos disponibles para alfonsino. Esto último como producto de la orientación inicial del programa de monitoreo que, por acuerdo de los actores se concentró en orange roughy. Sólo en 2006 se contó con dos meses de registros de una nave dedicada preferentemente a alfonsino, mientras que en los años restantes sólo la información disponible correspondió a la explotación oportuna de alfonsino durante la temporada de pesca de orange roughy. Sin perjuicio de lo anterior, la base de

datos de alfonsino continuará siendo analizada como parte del proyecto FIP 2004-41, en el cual se espera incluir tales resultados que no formaron parte de lo comprometido en el presente proyecto.

3.1.4. Dispersión acústica total por área y período de estudio (DAZ)

El índice DAZ combinado para todas las zonas mostró una fuerte tendencia decreciente entre 2003 y 2005, con una diferencia de 75% entre ambos valores (Tabla 50). Lamentablemente no fue posible obtener valores comparables al resto de la serie durante 2006, año en que se contó con un esfuerzo de sólo cinco días susceptibles de ser considerados como operación comercial, concentrados en el monte JF1 (Tabla 49). La reducción del valor estimado de este índice estuvo principalmente asociada a la disminución progresiva de la densidad aparente del stock, expresada en el coeficiente medio de dispersión acústica (\hat{S}_A). Mientras que la proporción estimada del área con presencia del stock presentó un rango entre 2 y 4%, el índice se mostró también sensible a la progresiva reducción del área total observada a lo largo del período analizado.

Tabla 50. Índice de densidad acústica total (DAZ) estimado para las zonas JF1, JF2, JF3 y JF4 entre 2003 y 2006. Durante el año 2006 sólo hubo observaciones en JF1.

Año	Area observada	\hat{p} ($S_A > 0$)	EE(\hat{p})	Alfa (km ²)	EE(Alfa)	\hat{S}_A (m ² km ⁻²)	EE(SA)	DAZ	EE(DZ A)
2003	560	0,029	0,0009	16,6	0,55	51	3,1	847	55,4
2004	491	0,039	0,0014	19,3	0,88	29	1,4	559	36,7
2005	434	0,025	0,0012	10,8	0,64	19	1	200	15,2
2006	163	0,019	0,0035	3,1	0,57	22	30,9	68	94,9

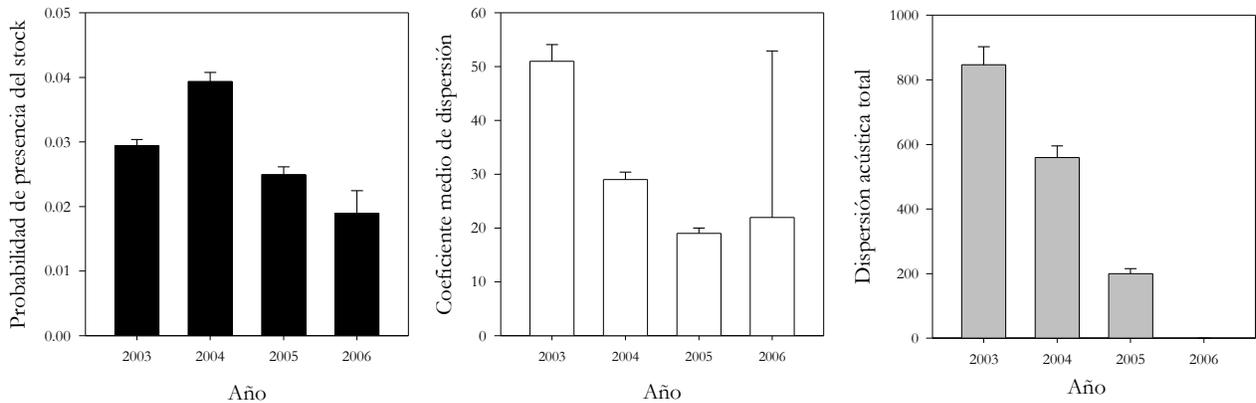


Figura 74. Índice de dispersión acústica total (DAZ) para orange roughy en los cuatro principales montes submarinos de Juan Fernández, período 2003-2006 (panel derecho, en gris). Se incluye resultados del sub-modelo binomial de la probabilidad de presencia del stock en un intervalo de muestreo acústico (en negro) y del sub-modelo condicional del S_A medio (en blanco).

3.1.5. Dispersión acústica observada por hora de operación y barco (DAH)

Una revisión global de este índice para el conjunto de datos de la zona de Juan Fernández sugiere una fuerte tendencia decreciente en la abundancia relativa de orange roughy, tanto a nivel de la probabilidad de detección del recurso como de la densidad acústica de las agregaciones observadas (Figura 75). Aunque esta tendencia es consistente con las estimaciones de las prospecciones científicas efectuadas en el área, la magnitud de la reducción en el índice DAH parece exagerada respecto de tales resultados y podría estar influenciada por la escasa operación comercial del año 2006, donde los datos se reducen a sólo cinco días en que los buques asignados a la evaluación directa tuvieron disponibilidad para operar libremente.

Un análisis por zonas soporta la idea general de reducción en la abundancia relativa de orange roughy en la mayoría de las áreas, aunque denota cierta estabilidad en JF1 donde se sugiere incluso cierto aumento en la probabilidad de detección del recurso (Figura 76). Este análisis pone en evidencia también el efecto de las altas densidades acústicas observadas en 2003 en el monte JF3 y que influyen fuertemente la magnitud de la caída del índice global.

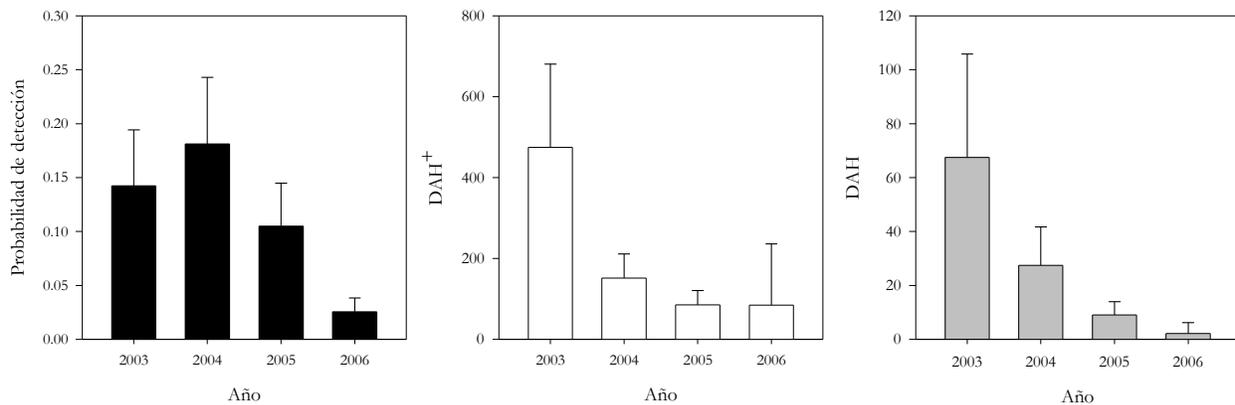


Figura 75. Índice agregado de dispersión acústica por hora de operación (DAH) para orange roughy en los cuatro principales montes submarinos de Juan Fernández, período 2003-2006. Se incluye resultados del sub-modelo binomial de éxitos de detección por día de operación (panel izquierdo) y del sub-modelo condicional de dispersión acústica por hora de operación (DAH+), empleados para el cálculo de DAH (panel derecho).

3.1.6. Análisis comparativo de índices de abundancia relativa

En una primera aproximación orientada a estimadores de la abundancia total de la zona de Juan Fernández por año, se observa gran variabilidad entre las señales de los distintos índices y un grado sólo moderado de ajuste a la tendencia del índice de abundancia estimado por la evaluación directa (Figura 77). Aunque la existencia de apenas cuatro puntos limita la inferencia estadística, los datos sugieren cierta exageración en la trayectoria de las tendencias de los índices derivados de la pesca respecto al obtenido de la evaluación directa. Dentro de este cuadro, el índice de captura por lance aparece como el más cercano a la curva descrita por la evaluación directa.

Para el caso de los índices derivados del monitoreo acústico pasivo y de la evaluación directa, fue posible desagregar los resultados por zona y año (montes JF1 a JF4), obteniendo una serie de 13 puntos con los que se ejecutó un análisis exploratorio de correlación (Figura 78). En este análisis (Tabla 51) se incluyó, además de los índices DAZ y DAT, los resultados de los sub-modelos

binomial y condicional empleados para su estimación. Producto de este ejercicio, se estimó una significativa correlación entre el índice de abundancia de la evaluación directa y el índice DAZ ($\rho = 0,64$; $p < 0,01$), pero no así entre el primero y el índice DAH. La más alta correlación fue, sin embargo, observada entre el índice de abundancia de la evaluación directa y la probabilidad de presencia del stock, $p(\text{DAZ})$ que alcanzó un valor $\rho = 0,79$ ($p < 0,001$).

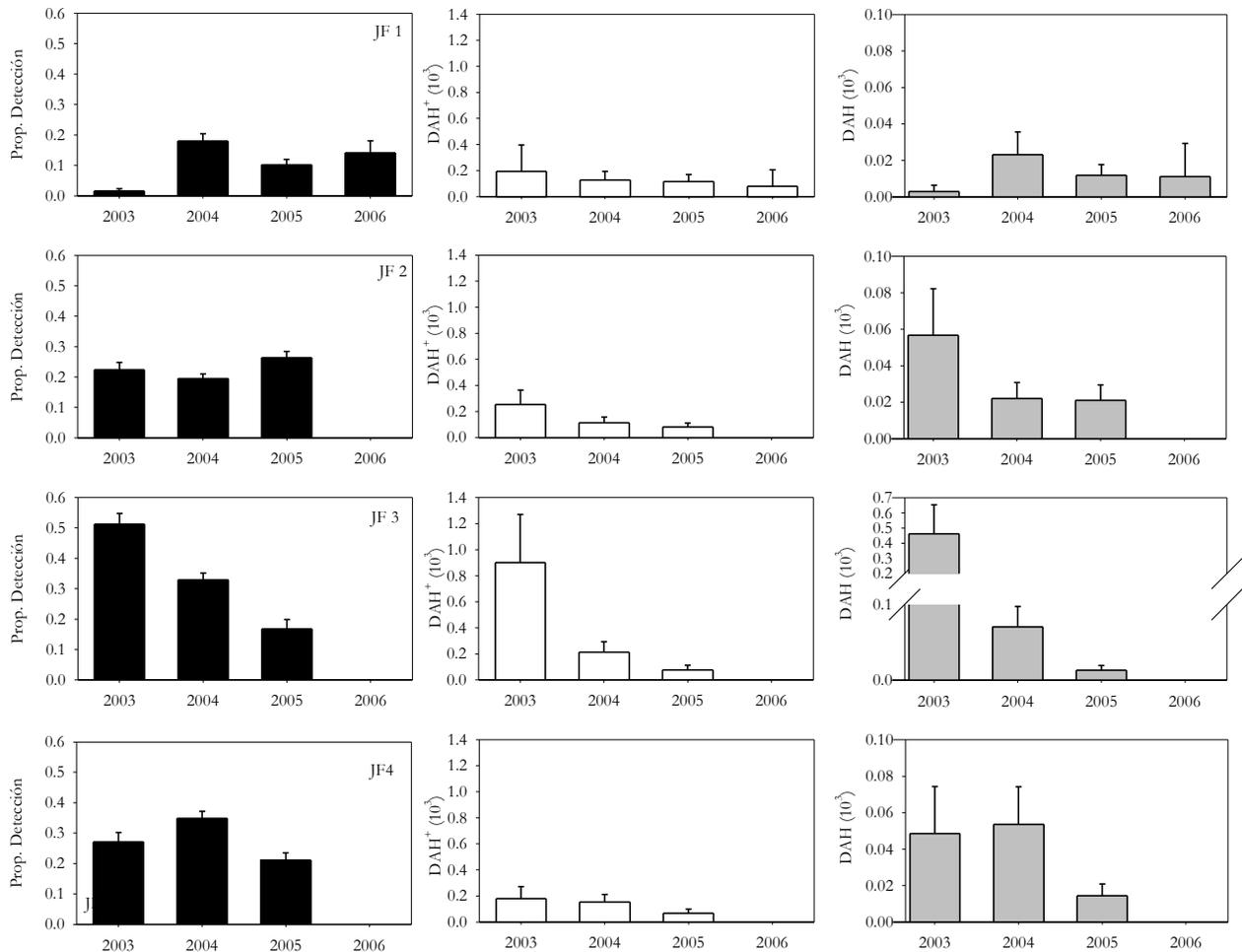


Figura 76. Índice de dispersión acústica por hora de operación (DAH) para orange roughy en cada uno de los cuatro principales montes submarinos de Juan Fernández (panel derecho), 2003-2006. Se incluye resultados de sub-modelo binomial de éxitos de detección por día de operación (panel izquierdo) y sub-modelo condicional de dispersión acústica por hora de operación (DAH⁺).

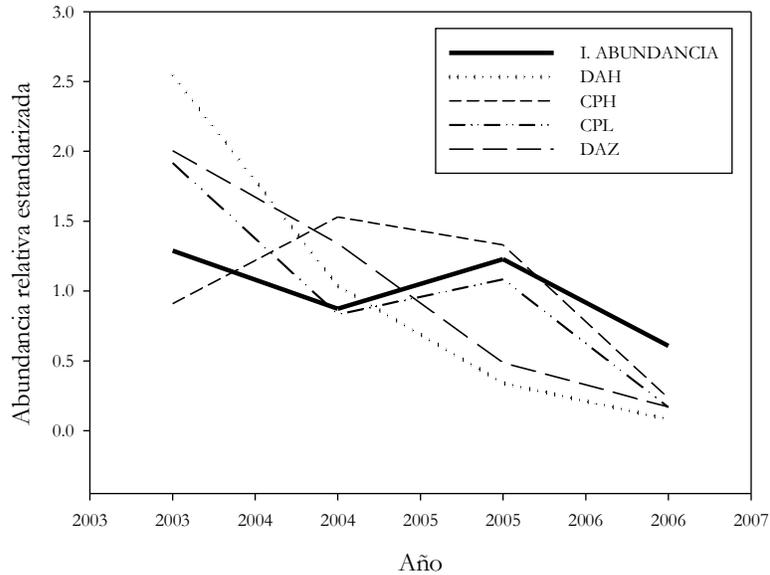


Figura 77. Comparación de índices de abundancia relativa derivados del monitoreo acústico pasivo (DAH y DAZ) y de los registros de captura y esfuerzo (en horas de arrastre: CPH y en número de lances. CPL), contrastados con índice de abundancia estimado a partir de prospecciones directas 2003-2004. Todos los índices estandarizados por sustracción de sus respectivas medias.

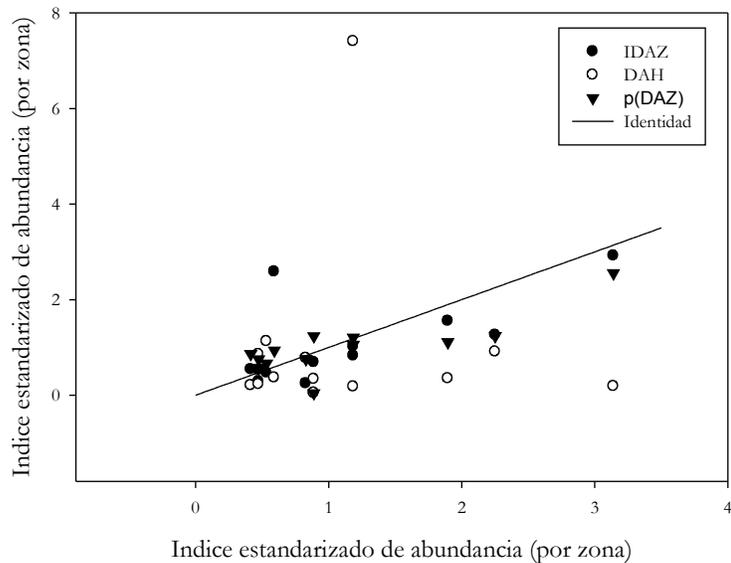


Figura 78. Comparación de índices de abundancia relativa derivados del monitoreo acústico pasivo: DAH, DAZ y probabilidad de presencia del stock, $p(\text{DAZ})$, estimados para cada zona y año, en relación a índices de abundancia estimados a partir de las prospecciones directas en las mismas zonas y años (2003-2006). Todos los índices estandarizados por sustracción de sus respectivas medias.

Tabla 51. Matriz de correlación entre el índice de abundancia relativa derivados de la evaluación directa (IAED), el índice de dispersión acústica por zona (DAZ), el índice de dispersión acústica por hora-barco (DAH) y sus respectivos submodelos condicionales y binomiales.

	IAED	DAZ	DAH	\hat{P}_{DAZ}	$\hat{S}_{A_{DAZ}}$	\hat{P}_{DAH}	$\hat{S}_{A_{DAH}}$
IAED	1	0,65 (0,017)	-0,00 (0,995)	0,80 (0,001)	0,51 (0,072)	-0,25 (0,416)	0,06 (0,848)
DAZ	0,65 (0,017)	1	-0,10 (0,751)	0,76 (0,003)	0,80 (0,001)	-0,25 (0,406)	-0,10 (0,747)
DAH	-0,00 (0,995)	-0,10 (0,751)	1	0,09 (0,773)	0,01 (0,961)	0,78 (0,002)	0,98 (<,0001)
\hat{P}_{DAZ}	0,80 (0,001)	0,76 (0,003)	0,09 (0,773)	1	0,61 (0,026)	0,01 (0,973)	0,05 (0,872)
$\hat{S}_{A_{DAZ}}$	0,51 (0,072)	0,80 (0,001)	0,01 (0,961)	0,61 (0,026)	1	-0,26 (0,388)	-0,00 (0,995)
\hat{P}_{DAH}	-0,25 (0,416)	-0,25 (0,406)	0,78 (0,002)	0,01 (0,973)	-0,26 (0,388)	1	0,70 (0,008)
$\hat{S}_{A_{DAH}}$	0,06 (0,848)	-0,10 (0,747)	0,98 (<,0001)	0,05 (0,872)	-0,00 (0,995)	0,70 (0,008)	1

4. DISCUSIÓN.

Los barcos pesqueros constituyen un importante y, en general, sub-utilizado potencial de monitoreo de los recursos explotados cuya cobertura espacial y geográfica excede largamente la que pudiera alcanzar cualquier esfuerzo de muestreo científico sobre los mismos. La disponibilidad de ecosondas científicos o comerciales de alta resolución en la flota pesquera es una oportunidad para aprovechar este potencial, aunque los métodos de implementación y análisis de este tipo de monitoreo se encuentran aún en pleno desarrollo (Claytor & Allard, 2001; O'Driscoll y Macaulay, 2005). En el presente trabajo se desarrolló dos índices basados en datos de captura y esfuerzo (CPUE) y dos índices acústicos basados en captura el monitoreo acústico pasivo de la operación comercial de la flota, sin restricciones ni diseño. Al comparar estos índices, se aprecia una consistencia relativamente mayor dentro de categorías (CPUE o acústica) que entre ellas.

La mayor correlación existente entre los índices de abundancia derivados de las prospecciones científicas y aquellos derivados del monitoreo acústico pasivo podría estar asociada a la natural consistencia metodológica entre aproximaciones acústicas de ambos tipos, pero podría también reflejar una mayor variabilidad interanual y espacial del coeficiente de proporcionalidad de los índices de CPUE. La baja precisión del coeficiente de proporcionalidad CPUE-abundancia en pesquerías de arrastre es bien conocida en diversas especies (Harley et al, 2001) y podría ser aún menor en pesquerías de profundidad con topografías complejas, donde existen grandes y variables limitaciones al despliegue, operación y éxito de los lances de pesca.

Los resultados obtenidos sugieren un mejor ajuste (a la densidad acústica) del índice de captura por lance que del índice de captura por hora de arrastre. Este resultado es consistente con la hipótesis que, bajo las condiciones operacionales descritas, el lance es más un evento discreto que uno continuo de intensidad proporcional a la duración del lance. Otro resultado preliminar interesante es que los índices de CPUE parecen no mostrar la hiper-estabilidad observada en muchas otras pesquerías (Walters and Pearse, 1996), siendo, en este caso, los cambios en CPUE mucho más severos que los cambios estimados en abundancia.

Ante el eventual uso del DAZ como indicador de abundancia relativa dependiente de la operación de la flota se debe considerar que este es un índice espacialmente explícito orientado a representar la mayor parte del área de explotación de un recurso. La presente aplicación evidencia su sensibilidad al sub-muestreo del área, por lo cual se debe evitar su uso en recursos de amplia distribución espacial con un bajo cociente área/esfuerzo de muestreo. El índice alternativo $p(\text{DAZ})$, que mostró incluso mayor correlación con el índice científico resulta prometedor dada su menor sensibilidad relativa al área de muestreo y a otros aspectos técnicos como la calibración y condiciones de operación de los ecosondas.

Las diferencias relativas entre los índices derivados del monitoreo pasivo y aquellos obtenidos a partir de las prospecciones científicas pueden estar asociados a diferencias propias del diseño (o su ausencia), pero pueden reflejar también cambios secuenciales en la disponibilidad del stock. Mientras que los índices pasivos representarían la disponibilidad media del mismo a través del año, las prospecciones científicas representarían su disponibilidad en un período mucho más acotado de tiempo. En orange roughy, las prospecciones científicas se concentran en el período en que el stock muestra sus mayores concentraciones reproductivas, pero se desconoce tanto la fracción del stock que se encuentra presente, como el número, magnitud relativa y dinámica intra e interanual de los contingentes reproductivos.

El corto tiempo de la serie de datos, en su mayoría limitada a tres años por zona y especie, restringe el presente análisis a un ejercicio más bien exploratorio, que deberá ser repetido en la medida que se incorporen nuevos años de monitoreo. Esto último es especialmente recomendable en el caso de la pesquería de alfonsino, la cual siendo una de las pesquerías de aguas profundas más importantes del país, cuenta con sólo un año (2006) de monitoreo acústico pasivo durante períodos en que este recurso fue el objetivo principal de la actividad de la flota.

5. REFERENCIAS

- Aitchison, J. 1955. On the distribution of a positive random variable having a discrete probability mass at the origin. *Journal of the American Statistical Association*, 50:901-908.
- Boyer, D., Niklitschek, E., Hampton, I., Nelson, J., Soule, M., Lafon, A., Boyer, H. 2003 Evaluación hidroacústica de biomasa de las principales agregaciones reproductivas de orange roughy *Hoplostethus atlanticus* (2003) en los montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández (V Región de Valparaíso). Universidad Austral de Chile/Fisheries Resource Surveys. CT 03-12. 95 p.
- Clayton, R.R. & J. Allard. 2001. Properties of abundance indices obtained from acoustic data collected by inshore herring gillnet boats. *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 58: 2502-2512.
- Harley, S.J., R.A. Myers & A. Dunn. 2001. Is catch per unit of effort proportional to abundance? *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 58: 1760-1772.

- Maunder, M.N, Punt, A.E. 2004. Standardising catch and effort data: review of recent approaches. *Fisheries Research*, 70:141-159.
- Nelder, J. A. & W. M. Wedderburn. 1972 Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society Series A (General)* 135(3): 370-384.
- Niklitschek, E., Boyer, D., Merino, R., Hampton, I., Soule, M., Nelson, J., Cornejo, J., Lafon, A., Oyarzún, C., Roa, R. & T. Melo. 2005. Estimación de la biomasa reproductiva de orange roughy en sus principales zonas de concentración, 2004. Universidad Austral de Chile. 159 p.
- Niklitschek, E. & R. Roa. 2006. Likelihood-based geostatistical biomass estimation using acoustic data collected by industry vessels in the South West Indian Ocean. pp. 75-79. *In*: R. Shotton (ed.) Management of demersal fisheries resources of the Southern Indian Ocean, FAO Fisheries, Rome, Italy.
- O'Driscoll, R.L. & G.J. Macaulay. 2005. Using fish-processing time to carry out acoustic surveys from commercial vessels. *ICES Journal of Marine Science* 62: 295-305.
- Ortiz, M., Legault, C.M., & N. M. Ehrhardt. 2000. An alternative method for estimating bycatch from the US shrimp trawl fishery in the Gulf of Mexico, 1972-1995. *Fishery Bulletin (US)*, 98:583-599.
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics*, 39:281-286.
- Roa, R. & E. Niklitschek. *en prensa*. Biomass estimation from surveys with likelihood-based geostatistics. *ICES J. Mar. Sci.*
- Walters, C.J. & P.H. Pearse. 1996. Stock information requirements for quota management systems in commercial fisheries. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 6: 21-42.

6. CONCLUSIONES GENERALES

6.1. Distribución y abundancia de orange roughy (Objetivo 1)

- El coeficiente medio de dispersión por unidad de área de la fracción del stock de orange roughy presente en el área y periodo de estudio fue estimado en $36 \text{ m}\cdot\text{km}^{-2} \pm 3,6$ (EE) para las zonas de estudio.
- El área total de distribución efectiva de orange roughy $\hat{\alpha}$ fue estimada en $15,5 \text{ km}^2 \pm 1,3$ (EE) en Juan Fernández.
- Los índices de abundancia y biomasa de la fracción del stock desovante de orange roughy presente en el área y período de estudio fueron estimadas en $4,1 \times 10^6$ individuos $\pm 12\%$ (CV) y $8.000 \pm 12\%$ toneladas, utilizando la relación TS-longitud estándar generada por Niklitschek et al. (2007).

6.2. Distribución y abundancia de alfonsino (Objetivo 2)

- El coeficiente de dispersión promedio de la fracción del stock de alfonsino presente en el área y período de estudio fue estimado en $1.344 \text{ m}\cdot\text{km}^{-2} \pm 254$ (EE).
- El área total de distribución efectiva de alfonsino $\hat{\alpha}$ fue estimada en $29 \text{ km}^2 \pm 1,77$ (EE).
- Los índices de abundancia y biomasa de la fracción del stock de alfonsino presente en el área y período de estudio fueron estimadas en 24×10^6 individuos $\pm 0,12$ (CV) y 18.000 toneladas $\pm 0,28$ (CV).

6.3. Composición de tallas y proporción sexual de las especies-objetivo (Objetivo 3)

- Las hembras de orange roughy alcanzaron una talla (longitud de horquilla) promedio de $45,6 \text{ cm} \pm 0,16$ (EE), siendo ésta mayor que la de los machos de $41,6 \text{ cm} \pm 0,17$ (EE) agrupado por zona.
- Tanto el sexo como la zona inciden en la estructura de tallas de orange roughy. Una comparación pareada de las estructuras de tallas, dentro de sexo, entre zonas mostró que existen, al igual que en el caso de la talla media, dos grupos diferenciables JF1-JF2 y JF3- JF4.
- La proporción de hembras de orange roughy fue distinta para todos los montes, encontrándose en los montes JF2 y JF4 un mayor porcentaje de hembras, mientras que en los montes JF1 y JF3 predominaron los machos.
- La talla promedio de las hembras de alfonsino fue de $33 \text{ cm} \pm 1,2$ (EE) y superó a la talla promedio de los machos que fue de $31,3 \text{ cm} \pm 0,70$ (EE).
- Se identificó efectos significativos de las variables zona y sexo. La estructura de tallas fue significativamente distinta entre todas las zonas ($p < 0,01$), a excepción de JF1 y JF6. Al considerar las zonas dentro de los sexos, todas presentaron diferencias significativas.
- La proporción de hembras de alfonsino en las capturas fue cercana al 50% en la mayoría de los montes submarinos. Excepción a lo anterior fue el monte JF6, donde se observó predominancia significativa de machos.

6.4. Caracterización de la fauna concurrente (objetivo 4)

- La ictiofauna concurrente capturada incidentalmente en los cruceros de orange roughy y alfonsino estuvo conformada por 34 especies de peces óseos y nueve especies de peces cartilaginosos.
- La diversidad del área completa de estudio registró un valor $H' = 3,41$, siendo los montes JF2 y JF3 los que presentaron una mayor diversidad.
- *S. oculatus*, *M. magellanicus* y *E. granulosus* fueron las especies más importantes en términos de peso, mientras que en relación a la captura en número *S. oculatus* y *C. logimanus* fueron las más dominantes.
- Las principales asociaciones ictiofaunísticas corresponde a los ensambles de peces presentes en los rangos de profundidad < 500 m y en el estrato 500–599 m, dominado por *S. oculatus*; y entre los estratos 700–799 m y 800–899 m, donde destacan *E. granulosus* y *G. obscurus*.

6.5. Caracterización oceanográfica del área de estudio (objetivo 4)

- Las aguas del estrato superior entre superficie y los primeros 100 a 150 m corresponden a ASAA, típica para la época durante el muestreo de 2006. Durante el año 2005 esta capa superficial aparece cerca de 1°C más fría que los datos de 2006.
- Entre 150 y 450 m de profundidad se ubican las AESS, caracterizadas por su alta salinidad (cerca de 34,6) y mínimas concentraciones de oxígeno disuelto (alrededor de 1 ml/l). Tanto en el 2005 como en el 2006 este estrato de profundidad núcleos de AESS más intensos, probablemente como resultado de giros de mesoescala u ondas planetarias tipo Rossby.
- El mínimo salino subsuperficial (salinidad cercana a 34,0) se ubicó entre 100 a 200 m de profundidad siendo más notorio que durante el año 2005.
- Al oeste de esta zona de intensificación de las AESS (i.e Juan Fernández 4) se evidenció un flujo geostrófico hacia el sur y, al este de la zona de intensificación (i.e Bajo O'Higgins 2), un flujo hacia el norte.
- La estructura vertical cercana a los montes submarinos siguió el patrón típico indicado para la transecta zonal, es decir: ASAA, en los primeros 100 a 150 m; AESS entre 150 a 450 m y AIA bajo los 500 m de profundidad.
- A lo largo de la transecta zonal el campo de densidad mostró variaciones laterales bajo los 120 m de profundidad los cuales generaron flujos geostróficos meridionales que alternan su dirección y cuyas velocidades fluctuaron entre -15 a 10 cm/s.

6.6. Caracterización del ictioplancton del área de estudio (objetivo 4)

- Huevos de orange roughy fueron encontrados sobre los cuatro montes muestreados en invierno. Durante la primavera no se encontró huevos de orange roughy en ningún monte sumergido.
- El monte con mayor *frecuencia* de muestreos positivos de huevos de orange roughy fue JF3, seguido por JF2, JF1 y JF4.
- La mayor *densidad* promedio de huevos de orange roughy fue también para JF3 (480 h/1000m³), seguido por JF1 (201 h/1000m³), JF4 (163 h/1000m³) y JF2 (50 h/1000m³) (Tabla 40). Las

densidades promedio de huevos de orange roughy por monte fueron similares a las del 2005 en JF1 y JF4, y a su vez fueron menores en el año 2006 en JF2 y JF3.

- Las fechas de mayor *abundancia* de huevos de orange roughy fueron similares entre años (fines de otoño - inicios de invierno). La mayor abundancia promedio de huevos de orange roughy el 2006 alcanzó sobre 3100 h/10 m² en el monte JF3.
- Comparado con otras especies durante invierno., los huevos de orange roughy fueron los más abundantes en las estaciones JF1, JF3 y JF4. En el monte JF2 la mayor abundancia correspondió a huevos del pez mesopelágico *Maurolicus parvipinnis*. Durante primavera, la especie que presentó mayores abundancias de huevos fue *Trachurus murphy*, especie presente sobre los 4 montes sumergidos y en abundancias promedio de hasta sobre 6600 h/10 m² en JF2.
- Larvas de orange roughy ocurrieron en bajas abundancias (<50 larvas /10m2) en ambos periodos. En primavera solo fueron encontradas en JF2, y en primavera en JF1 y JF5. En el 2005, no se encontró larvas de orange roughy.
- En invierno, no hubo una especie a nivel larval que dominara en abundancia en todos los montes simultáneamente. Especies con abundancia promedio relativamente mayores en invierno fueron *Vincigerria lucetia*, *Protomyctophum crockeri*, *Maurolicus parvipinnis*, e *Hygophum brunni*. En primavera, en cambio, *Vincigerria lucetia*, *Trachurus murphy* y *Diogenichthys atlanticus* fueron las especies más abundante en casi todos los montes sumergidos. Comparado con el 2005, destaca la alta abundancia de huevos y larvas de *Trachurus murphy*.

6.7. Desarrollo y evaluación de índices de abundancia relativa para orange roughy (objetivo 5)

- Se construyó cuatro grupos de índices, dos basados en captura por unidad de esfuerzo y dos en los resultados del monitoreo de bajo costo. En todos los casos los índices fueron construidos a partir de un modelo multiplicativo que contempló un sub-modelo condicional (observaciones positivas) y otro binomial (presencia/ausencia).
- Lo corto de la serie de datos de evaluación acústica (cuatro años) y la falta de convergencia de los modelos en un análisis por zona, impidió evaluar estadísticamente la correlación entre estos índices y los resultados de la evaluación directa. Un análisis gráfico sugiere mejor ajuste del índice captura por lance que del índice de captura por hora de arrastre.
- En el caso de los índices acústicos, el índice espacialmente explícito densidad acústica por zona de operación (DAZ) presentó la mayor correlación con los resultados de la evaluación directa ($\rho = 0,65$; $p < 0.05$).
- El submodelo binomial del índice DAZ presentó incluso una correlación incluso mayor con los datos de la evaluación directa ($\rho = 0,80$; $p < 0.01$).

ANEXO I: Personal participante en el desarrollo del proyecto.

Personal científico en los cruceros del proyecto.

Nombre	Rol en el crucero	Institución
Crucero I: Cote Saint Jacques, 10 al 19 de Junio de 2006		
Edwin Niklitschek	Jefe de proyecto – Líder de crucero	Universidad Austral de Chile
Jorge Cornejo	Soporte acústico	Universidad Austral de Chile
Adolfo Meza	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Crucero II: Cote Saint Jacques, 20 al 27 de Junio de 2006		
Jorge Cornejo	Líder de crucero	Universidad Austral de Chile
Rodrigo Merino	Soporte acústico	Universidad Austral de Chile
Adolfo Meza	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Crucero III: Cote Saint Jacques, 28 de Junio al 7 de Julio de 2006		
Rodrigo Merino	Líder de crucero	Universidad Austral de Chile
Eduardo Hernández	Soporte acústico	Universidad Austral de Chile
Adolfo Meza	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Crucero IV: Cote Saint Jacques, 9 al 17 de Julio de 2006		
Jorge Cornejo	Líder de crucero	Universidad Austral de Chile
Eduardo Hernández	Soporte acústico	Universidad Austral de Chile
Claudio Carocca	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Crucero V: Bonn, 1 al 12 de Agosto de 2006		
Rodrigo Merino	Líder de crucero	Universidad Austral de Chile
Mónica Barros	Soporte acústico	Universidad Austral de Chile
Claudio Carocca	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Crucero VI: Bonn, 14 al 20 de Agosto de 2006		
Rodrigo Merino	Líder de crucero	Universidad Austral de Chile
Mónica Barros	Soporte acústico	Universidad Austral de Chile
Claudio Carocca	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Crucero VII: Bonn, 21 de Agosto al 4 de Septiembre de 2006		
Edwin Niklitschek	Jefe de proyecto – Líder de crucero	Universidad Austral de Chile
Jorge Cornejo	Soporte Acústico	Universidad Austral de Chile
Claudio Carocca	Observador Biológico	Universidad Austral de Chile
Crucero VIII: Saint Pierre, 02 al 15 de Octubre de 2006		
Jorge Cornejo	Líder de crucero	Universidad Austral de Chile
Eduardo Hernández	Soporte acústico	Universidad Austral de Chile
Freddy Duarte	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Manuel González	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Crucero IX: Saint Pierre, 16 de Octubre al 02 de Noviembre de 2006		
Jorge Cornejo	Líder de crucero	Universidad Austral de Chile
Eduardo Hernández	Soporte acústico	Universidad Austral de Chile
Freddy Duarte	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Manuel González	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Cristian Salgado	Observador biológico	IFOP

Personal participante por objetivo del proyecto:

Objetivos específicos 1: Estimar la abundancia y biomasa desovante de orange roughy en los principales caladeros del Archipiélago de Juan Fernández.

Objetivos específicos 2: Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) de alfonsino, en sus principales áreas de pesca en el Archipiélago de Juan Fernández, montes JF1, JF2 y JF5.

Nombre	Rol en el proyecto	HH	Institución
Edwin Niklitschek	Jefe de proyecto, líder cruceros, análisis.	352	U. Austral de Chile
Jorge Cornejo	Asistente muestreo hidroacústico, líder de cruceros, Análisis, administrador base de datos	470	U. Austral de Chile
Eduardo Hernández	Coordinador muestreo biológico a bordo, asistente muestreo hidroacústico, post-proceso data acústica.	352	U. Austral de Chile
Alejandra Lafon	Coordinación y diseño muestreo biológico. Coordinación logística cruceros.	528	U. Austral de Chile
Rodrigo Merino	Asistente y jefe de cruceros	704	U. Austral de Chile
Pamela Toledo	Post-proceso data acústica, elaboración de informes.	528	U. Austral de Chile
Mónica Barros	Asistente muestreo hidroacústico	320	U. Austral de Chile
Observadores biológicos	Muestreo biológico	1088	U. Austral de Chile

Objetivo 3: Estimar la composición de tallas, relación longitud-peso y proporción sexual de las agregaciones de orange roughy y alfonsino presentes en cada una de las áreas o caladeros estudiados, durante el periodo de evaluación hidroacústica.

Nombre	Rol en el proyecto	HH	Institución
Edwin Niklitschek	Jefe de proyecto, líder crucero, análisis.	352	U. Austral de Chile
Jorge Cornejo	Asistente muestreo hidroacústico; Análisis data acústica; administrador base de datos	470	U. Austral de Chile
Eduardo Hernández	Coordinador muestreo biológico a bordo, post-proceso data acústica.	352	U. Austral de Chile
Pamela Toledo	Elaboración de informes, post-proceso data acústica, análisis	528	U. Austral de Chile
Claudio Herranz	Análisis	352	U. Austral de Chile
Alejandra Lafon	Coordinación y diseño muestreo biológico.	528	U. Austral de Chile
Observadores biológicos	Muestreo biológico	1088	U. Austral de Chile

Objetivo 4: Caracterizar el hábitat de ambas especies, tanto biológica (fauna acompañante y captura incidental bentónica) como físicamente (topografía, batimetría, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, correntometría), asociando las variables a la cartografía de las respectivas zonas de pesca.

Nombre	Rol en el proyecto	HH	Institución
Leonardo Castro	Caracterización ambiente físico	300	U. de Concepción
Gustavo Aedo	Caracterización fauna acompañante y captura incidental bentónica	368	U. de Concepción
Eduardo Hernández	Caracterización fauna acompañante y captura incidental bentónica	302	U. Austral de Chile

Objetivo 5: Proponer y evaluar índices de abundancia relativa basados en captura por unidad de esfuerzo y energía acústica dispersada (monitoreo de bajo costo) por agregaciones de orange roughy.

Nombre	Rol en el proyecto	HH	Institución
Edwin Niklitschek	Jefe de proyecto, análisis	352	U. Austral de Chile
Ruben Roa	Análisis	110	U. de Concepción
Eduardo Hernández	Recopilación de información	50	U. Austral de Chile
Jorge Cornejo	Administrador de base de datos	470	U. Austral de Chile

ANEXO II: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cronograma de actividades proyecto FIP 2006-09

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Tramitación permisos pesca de investigación	X																	
Reuniones de coordinación con armadores	X				X													
Adquisición de equipamiento	X																	
Objetivos 1, 2 y 3																		
Calibración de sistemas hidroacústicos		X	X			X												
Cruceros evaluación hidroacústica (biomasa)		X	X	X		X	X											
Muestreo biológico		X	X	X		X	X											
Generación de base de datos		X	X	X	X	X	X	X										
Análisis de datos				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Objetivo 4																		
Caracterización física del hábitat				X	X	X	X											
Caracterización de fauna acompañante y captura incidental				X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Cartografía y batimetría								X	X	X	X	X	X					
Objetivo 5																		
Generación de base de datos					X	X	X	X	X	X	X	X						
Análisis de datos					X	X	X	X	X	X	X	X						
Informes																		
Informe de avance (estimaciones preliminares).					X			X										
Pre Informe Final																X		
Informe Final																		X
Taller de difusión y discusión																		&

X : Actividades realizadas

& : Actividades a realizar

ANEXO III: CONFIGURACIÓN ECOSONDAS DE LAS EMBARCACIONES PARTICIPANTES

Configuración de ecosondas de las distintas embarcaciones utilizadas

PAM Cote Saint Jacques

	COTE SAINT JACQUES	COTE SAINT JACQUES	COTE SAINT JACQUES	COTE SAINT JACQUES
Echosounder	EK60	EK60	EK60	EK60
Settings period	(1)	(2)	(3)	(4)
Operation dialog				
Ping rate	Maximum	Maximum	Maximum	Maximum
Transceiver settings				
Power (W)	2.400	2.000	2.000	2.000
Pulse length (ms)	1,024	2,048	2,048	2,048
Frequency (Hz)	38.000	38.000	38.000	38.000
Beam type	Split	Split	Split	Split
Gain (dB)	26,500	26,500	26,500	26,500
2-way beam angle (dB)	-20,60	-20,60	-20,60	-20,60
S _A Correction (dB)	0	0	0	0
Absorption (dB/km)	9,747	9,747	9,747	9,747
Bandwidth (Hz)				
Sound velocity (m/s)	1.500	1.500	1.500	1.500
Sample interval (m)				
Angle sens. Along (°)				
Angle sens. Athwart (°)				
3 dB beamw. Along (°)	7,100	7,100	7,220	7,220
3 dB beamw. Athwart (°)	7,100	7,100	7,090	7,090
Angle offset along (°)				
Angle offset athwart (°)				

PAM Bonn

	BONN	BONN	BONN
Echosounder	EK60	EK60	EK60
Settings period	(5)	(6)	(7)
Operation dialog			
Ping rate	Maximum	Maximum	Maximum
Transceiver settings			
Power (W)	2.000	2.000	2.000
Pulse length (ms)	2,048	2,048	2,048
Frequency (Hz)	38.000	38.000	38.000
Beam type	Split	Split	Split
Gain (dB)	24,59	24,59	24,59
2-way beam angle (dB)	-20,60	-20,60	-20,60
S _A Correction (dB)	-0,43	-0,43	-0,43
Absorption (dB/km)	8,82	9,747	9,747
Bandwidth (Hz)	1.448	1.448	1.448
Sound velocity (m/s)	1.500	1.500	1.500
Sample interval (m)	0,512	0,512	0,512
Angle sens. Along (°)	21,9	21,9	21,9
Angle sens. Athwart (°)	21,9	21,9	21,9
3 dB beamw. Along (°)	7,00	7,00	7,00
3 dB beamw. Athwart (°)	6,98	6,98	6,98
Angle offset along (°)	0,01	0,01	0,01
Angle offset athwart (°)	0,02	0,02	0,02

PAM Saint Pierre

Echosounder	EK60	EK60
Settings period	(I)	(II)
Operation dialog		
Ping rate	Maximum	Maximum
Transceiver settings		
Power (W)	2.000	2.000
Pulse length (ms)	1,024	1,024
Frequency (Hz)	38.000	38.000
Beam type	Split	Split
Gain (dB)	26,500	26,500
2-way beam angle (dB)	-20,60	-20,60
S _A Correction (dB)	0	0
Absorption (dB/km)	9,75	9,75
Bandwidth (Hz)	2.425	2.425
Sound velocity (m/s)	1.500	1.500
Angle sens. Along (°)	21,90	21,90
Angle sens. Athwart (°)	21,90	21,90
3 dB beamw. Along (°)	7,100	7,100
3 dB beamw. Athwart (°)	7,100	7,100
Angle offset along (°)	0	0
Angle offset athwart (°)	0	0

Anexo IV: Captura BENTÓNICA incidental

Listado de grupos concurrentes como captura incidental bentónica presente en el desarrollo del presente proyecto (la determinación de especies se realizó en base a la experiencia del sr Eduardo Hernández y bibliografía atingente).

Existe en este momento lazos con diversas organizaciones para llegar a establecer de mejor manera el grupo al que pertenecen, principalmente los corales)

Phylum	Clase	Familia	Género -especie	Nombre común
Arthropoda	Crustacea	Palinuridae	<i>Projasus bahamondei</i>	Langosta enana
Arthropoda	Malacostraca	Galatheidae	<i>Munida propinqua</i>	Langostino J.F.
Arthropoda	Malacostraca	Geryonidae	<i>Chaceon chilensis</i>	Cangrejo dorado
Arthropoda	Malacostraca	Euphausiidae		Eufaúsido
Cnidaria	Anthozoa	Primnoidae		Coral blanco
Cnidaria	Anthozoa	Isidiidae		Coral blanco
Cnidaria	Anthozoa	Antipathidae	<i>Bathypathes patula</i>	Coral negro
Cnidaria	Anthozoa	Leiopathidaethidae	<i>Leiopathes sp</i>	Coral negro
Cnidaria	Anthozoa	Caryophyllidae		Coral piedra
Cnidaria	Anthozoa	Oculinidae	<i>Madrepora oculata</i>	Coral piedra
Cnidaria	Anthozoa	Isididae		Coral blanco
Cnidaria	Anthozoa		<i>Plumapathes</i>	Coral negro
Cnidaria	Anthozoa	Antipathidae	<i>Chrysopathes sp.</i>	
Cnidaria	Scyphozoa			Medusa
Echinodermata	Asteroidea			Estrella de mar
Echinodermata	Crinoidea			Lirio de mar
Echinodermata	Echinoidea			Erizo vacío
Echinodermata	Ophiuroidea		<i>Gorgonocephalus chilensis</i>	Estrella de mar
Echinodermata	Ophiuroidea			Ofiuro
Mollusca	Cephalopoda	Ommastrephidae	<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia
Mollusca	Cephalopoda			Calamar
Poryfera	Demospongiae	Geodiidae		Esponja de mar

Anexo IV: Tablas

Tabla 52. Localización, fecha y tamaño muestral de orange roughy y alfonsino de cada lance de identificación y pesca comercial, realizados durante los cruceros acústicos (400040 = Cote Saint Jacques; 301017 = Bonn; 400200 = Saint Pierre).

Barco	Zona	Fecha	Marea	Lance	Profundidad media (m)	N Muestral	
						O. roughy	Alfonsino
400040	1	12/06/2006	1	1	-771	26	0
400040	1	12/06/2006	1	2	-732	0	0
400040	1	13/06/2006	1	3	-615	100	0
400040	1	13/06/2006	1	4	-687	31	0
400040	1	14/06/2006	1	5	-631	10	0
400040	1	14/06/2006	1	6	-912	50	0
400040	1	15/06/2006	1	7	-770	0	0
400040	1	15/06/2006	1	8	-597	30	0
400040	1	15/06/2006	1	9	-755	0	0
400040	1	15/06/2006	1	10	-1.029	0	0
400040	1	17/06/2006	1	11	-767	31	0
400040	1	17/06/2006	1	12	-803	50	0
400040	1	18/06/2006	1	13	-787	31	0
400040	1	23/06/2006	2	1	-560	120	0
400040	1	24/06/2006	2	2	-519	120	0
400040	1	01/07/2006	3	1	-542	90	0
400040	2	02/07/2006	3	2	-790	0	0
400040	1	02/07/2006	3	3	-583	90	0
400040	1	02/07/2006	3	4	-609	121	0
400040	1	03/07/2006	3	5	-646	90	0
400040	2	03/07/2006	3	6	-818	14	0
400040	1	04/07/2006	3	7	-600	20	0
400040	1	04/07/2006	3	8	-755	0	0
400040	1	04/07/2006	3	9	-1056	0	0
400040	1	05/07/2006	3	10	-632	87	0
400040	1	05/07/2006	3	11	-576	0	0
400040	1	05/07/2006	3	12	-635	0	0
400040	2	05/07/2006	3	13	-833	0	0
400040	2	10/07/2006	4	1	-689	40	0
400040	2	11/07/2006	4	2	-558	20	0
400040	2	12/07/2006	4	3	-776	0	0
400040	4	13/07/2006	4	4	-896	13	0
400040	2	15/07/2006	4	5	-551	2	0
400040	2	15/07/2006	4	6	-545	0	0
301017	3	04/08/2006	1	1	-685	30	0
301017	3	05/08/2006	1	2	-640	23	0
301017	3	07/08/2006	1	3	-675	5	0
301017	3	09/08/2006	1	4	-706	36	0
301017	4	09/08/2006	1	5	-760	73	0
301017	3	10/08/2006	1	6	-707	46	0
301017	4	11/08/2006	1	7	-740	78	0

Barco	Zona	Fecha	Marea	Lance	Profundidad media (m)	N Muestreal	
						O. roughy	Alfonsino
301017	4	17/08/2006	2	1	-810	0	0
301017	4	18/08/2006	2	2	-680	0	0
301017	3	18/08/2006	2	3	-690	0	0
301017	3	23/08/2006	3	1	-670	40	0
301017	3	24/08/2006	3	2	-656	70	0
301017	3	24/08/2006	3	3	s.i.	0	0
301017	3	24/08/2006	3	4	-646	0	0
301017	3	25/08/2006	3	5	-700	70	0
301017	3	25/08/2006	3	6	s.i.	14	0
301017	3	26/08/2006	3	7	s.i.	120	0
301017	3	26/08/2006	3	8	-703	0	0
301017	3	27/08/2006	3	9	-717	15	0
301017	2	27/08/2006	3	10	-1003	54	0
301017	2	27/08/2006	3	11	-874	70	0
301017	3	29/08/2006	3	12	-700	72	0
301017	3	29/08/2006	3	13	-912	70	0
301017	1	30/08/2006	3	14	-467	0	0
301017	1	30/08/2006	3	15	-599	0	118
301017	1	30/08/2006	3	16	-750	0	0
301017	1	31/08/2006	3	17	-348	0	70
301017	1	31/08/2006	3	18	-300	0	0
301017	1	31/08/2006	3	19	-744	0	104
301017	1	31/08/2006	3	20	-466	0	0
301017	2	01/09/2006	3	21	-580	0	71
400200	6	05/10/2006	44	1	-412.5	0	0
400200	6	05/10/2006	44	2	-425	0	118
400200	6	06/10/2006	44	3	-406.5	0	0
400200	6	07-10-2006	44	4	-370	0	70
400200	6	07-10-2006	44	5	-412.5	0	70
400200	1	08-10-2006	44	6	-510	0	66
400200	2	08-10-2006	44	7	-333.5	0	70
400200	2	08-10-2006	44	8	-330	0	0
400200	2	08-10-2006	44	9	-330	0	0
400200	2	09-10-2006	44	10	-340	0	249
400200	2	10-10-2006	44	11	-337.5	0	30
400200	2	10-10-2006	44	12	-330	0	50
400200	2	10-10-2006	44	13	-335	0	0
400200	2	11-10-2006	44	14	-327.5	0	59
400200	2	12-10-2006	44	15	-365	0	33
400200	2	12-10-2006	44	16	-337.5	0	0
400200	2	12-10-2006	44	17	-370	0	75
400200	2	13-10-2006	44	18	-460	0	120
400200	2	13-10-2006	44	19	-347.5	0	71
400200	2	13-10-2006	44	20	-347.5	0	70

Barco	Zona	Fecha	Marea	Lance	Profundidad media (m)	N Muestreal	
						O. roughy	Alfonsino
400200	2	14-10-2006	44	21	-350	0	28
400200	2	14-10-2006	44	22	-385	0	38
400200	2	14-10-2006	44	23	-320	0	60
400200	1	19-10-2006	45	1	-360	0	0
400200	1	21-10-2006	45	2	-331.5	0	0
400200	1	22-10-2006	45	3	-399.5	0	5
400200	1	23-10-2006	45	4	-345	0	0
400200		24-10-2006	45	5	s.i.	0	0
400200	1	24-10-2006	45	6	-310	0	70
400200	1	24-10-2006	45	7	-510	0	0
400200	1	25-10-2006	45	8	-400	0	0
400200	1	25-10-2006	45	9	-500	0	72
400200	1	25-10-2006	45	10	-385	0	0
400200		25-10-2006	45	11	-410	0	0
400200	1	25-10-2006	45	12	-450	0	70
400200	1	26-10-2006	45	13	-460	0	70
400200	1	26-10-2006	45	14	-485	0	70
400200	1	26-10-2006	45	15	-455	0	72
400200	1	26-10-2006	45	16	-310	0	0
400200	2	26-10-2006	45	17	-320	0	70
400200	2	26-10-2006	45	18	-350	0	70
400200	1	27-10-2006	45	19	-450	0	0
400200	1	27-10-2006	45	20	-330	0	0
400200	2	27-10-2006	45	21	-335	0	0
400200	2	27-10-2006	45	22	-340	0	120
400200	2	27-10-2006	45	23	-345	0	70
400200	1	28-10-2006	45	24	-440	0	74
400200	1	28-10-2006	45	25	-430	0	0
400200	1	28-10-2006	45	26	-350	0	0
400200		28-10-2006	45	27	s.i.	0	0
400200	1	27-10-2006	45	19	-450	0	0
400200	2	28-10-2006	45	28	-330	0	69
400200	2	29-10-2006	45	29	-355	0	70
400200	2	29-10-2006	45	30	-345	0	70
400200	2	29-10-2006	45	31	-470	0	70
400200	2	29-10-2006	45	32	-415	0	0
400200	2	29-10-2006	45	33	-345	0	71
400200	2	29-10-2006	45	34	-360	0	71
400200	2	30-10-2006	45	35	-360	0	0
400200	2	30-10-2006	45	36	-330	0	70
400200	2	30-10-2006	45	37	-480	0	0
400200	2	30-10-2006	45	38	-450	0	0
400200	2	30-10-2006	45	39	-360	0	70
400200	2	30-10-2006	45	40	-335	0	70

Barco	Zona	Fecha	Marea	Lance	Profundidad media (m)	N Muestreal	
						O. roughy	Alfonsino
400200	2	30-10-2006	45	41	-355	0	0
400200	1	31-10-2006	45	42	-450	0	70
400200	1	31-10-2006	45	43	-480	0	0
400200	1	31-10-2006	45	44	-335	0	0

Tabla 53. Porcentaje en peso aportado por la fauna acompañante por zona de pesca (-9999 fuera de la zona de montes).

Taxa	JF1	JF1.1	JF2	JF3	JF4	JF6	-9999	Total
<i>S. oculatus</i>	79,6	40,8	5,6	-	-	-	17,1	32,6
<i>M. magellanicus</i>	-	-	10,0	-	-	-	71,2	22,1
<i>E. granulatus</i>	0,5	1,6	47,3	67,5	31,5	-	-	16,6
<i>G. obscurus</i>	0,7	-	10,5	10,1	48,0	-	-	5,5
<i>E. nitidus</i>	-	40,9	1,9	-	-	1,7	-	5,0
Rata s.d.	1,7	2,0	0,1	-	-	-	8,9	3,3
<i>C. aconcagua</i>	6,1	1,4	1,5	-	-	-	1,3	2,5
<i>M. moro</i>	6,2	0,1	-	3,8	-	-	0,5	2,3
<i>H. macrophthalmus</i>	-	-	5,0	8,1	-	-	-	1,6
<i>P. albescens</i>	0,4	4,1	4,3	-	-	-	-	1,2
<i>A. brunneus</i>	-	-	2,8	4,2	4,6	-	-	1,1
<i>C. crepidater</i>	-	5,4	1,4	-	-	-	-	0,8
<i>E. crassicaudus</i>	1,9	0,1	-	-	-	98,3	-	0,8
<i>T. atun</i>	-	-	3,6	-	-	-	-	0,6
<i>B. megalops</i>	-	-	0,5	0,7	7,0	-	-	0,5
<i>T. tremens</i>	1,8	-	-	-	-	-	-	0,5
<i>Schedophilus</i> sp.	-	-	-	-	5,4	-	0,3	0,4
<i>H. lengerichi</i>	-	3,2	-	-	-	-	-	0,4
<i>L. ensiferus</i>	-	-	1,7	-	-	-	-	0,3
<i>T. symmetricus</i>	0,1	-	1,3	-	-	-	-	0,2
<i>R. maderensis</i>	-	-	-	1,4	1,3	-	0,0	0,2
<i>A. nasutus</i>	-	-	0,8	0,9	-	-	-	0,2
<i>M. carinatus</i>	-	-	1,2	-	-	-	-	0,2
<i>C. subserrulatus</i>	-	-	0,0	1,3	0,2	-	-	0,2
<i>C. nigrum</i>	0,5	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>S. mitsukurii</i>	-	-	-	-	-	-	0,5	0,1
<i>C. sloani</i>	-	-	-	0,8	0,5	-	-	0,1
<i>E. atherinoides</i>	0,3	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>M. holotrachys</i>	-	-	0,5	-	-	-	-	0,1
<i>N. pudens</i>	-	-	-	0,5	0,2	-	-	0,1

Taxa	JF1	JF1.1	JF2	JF3	JF4	JF6	-9999	Total
<i>A. bouleengeri</i>	-	-	-	0,1	0,5		-	0,0
<i>A. tenebrosus</i>	-	-	-	-	0,7		-	0,0
<i>C. chilensis</i>	-	0,1	-	-	-		0,1	0,0
<i>N. pulchella</i>	-	-	-	0,1	0,3		-	0,0
<i>A. olfersii</i>	-	0,2	-	-	-		-	0,0
<i>S. beanii</i>	-	-	-	0,2	0,0		-	0,0
<i>H. griseus</i>	0,1	-	-	-	-		-	0,0
<i>M. parvipinnis</i>	0,1	-	-	-	-		-	0,0
<i>C. australis</i>	0,0	-	-	-	-		-	0,0
<i>Melanostomias sp.</i>	-	-	-	0,1	-		-	0,0
<i>C. fasciatus</i>	-	-	-	-	-		0,0	0,0
<i>P. nasca</i>	-	0,1	-	-	-		-	0,0
<i>C. canus</i>	-	0,1	-	-	-		-	0,0
Rata chilena	-	-	0,0	-	-		-	0,0

Tabla 54. Abundancia de especies ictiofauna acompañante por zona de pesca (-9999, fuera de la zona de montes).

Taxa	JF1	JF1.1	JF2	JF3	JF4	JF6	-9999	Total
<i>S. oculatus</i>	465	136	31	0	0	0	225	633
<i>C. longimanus</i>	0	398	0	0	0	0	4	398
<i>E. crassicaudus</i>	188	3	0	0	0	7	0	197
<i>C. aconcagua</i>	151	14	7	0	0	0	36	172
<i>E. granulosus</i>	2	3	67	70	18	0	0	160
<i>E. nitidus</i>	0	75	8	0	0	31	0	114
<i>M. magellanicus</i>	0	0	7	0	0	0	106	112
<i>G. obscurus</i>	12	0	30	23	44	0	0	109
<i>M. parvipinnis</i>	34	0	0	0	0	0	0	34
<i>C. sloani</i>	0	0	0	20	12	0	0	32
<i>P. albescens</i>	1	9	10	0	0	0	0	20
Rata sd	0	18	1	0	0	0	36	20
<i>H. lengerichi</i>	0	19	0	0	0	0	0	19
<i>A. brunneus</i>	0	0	8	7	3	0	0	18
<i>C. subserrulatus</i>	0	0	1	15	1	0	0	17
<i>M. moro</i>	12	1	0	3	0	0	1	16
<i>R. maderensis</i>	0	0	0	11	4	0	0	15

Taxa	JF1	JF1.1	JF2	JF3	JF4	JF6	-9999	Total
<i>E. atherinoides</i>	10	0	0	0	0	0	0	10
<i>S. beanii</i>	0	0	0	7	1	0	0	7
<i>A. bouleengeri</i>	0	0	0	3	4	0	0	7
<i>H. macrophthalmus</i>	0	0	4	3	0	0	0	7
<i>L. ensiferus</i>	0	0	7	0	0	0	0	7
<i>B. megalops</i>	0	0	1	1	4	0	0	6
<i>T. symmetricus</i>	1	0	3	0	0	0	0	4
<i>N. pudens</i>	0	0	0	3	1	0	0	4
<i>C. crepidater</i>	0	3	1	0	0	0	0	3
<i>A. nasutus</i>	0	0	1	1	0	0	0	3
<i>Melanostomias sp.</i>	0	0	0	3	0	0	0	3
<i>sp. Aff buttoni</i>	0	0	0	0	2	0	1	2
<i>N. pulchella</i>	0	0	0	1	1	0	0	2
<i>M. carinatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>T. atun</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
Rata chilena	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>C. canus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>P. nasca</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>C. chilensis</i>	0	1	0	0	0	0	2	1
<i>M. bolotrachys</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>C. australis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>A. tenebrosus</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>H. griseus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>C. nigrum</i>	0	1	0	0	0	0	1	1
<i>T. tremens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. niger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 55. Análisis SIMPER para los peces capturados en base a los grupos definidos a partir de las especies objetivo dominantes (alfonsino y orange roughy).

a) Grupo alfonsino		Similitud Promedio: 45.34	
Especie	Contribución %	Acumulado %	
<i>Beryx splendens</i>	60.73	60.73	
<i>Sebastes oculatus</i>	19.26	79.98	
<i>Emmelichthys nitidus</i>	6.57	86.55	
<i>Epigonus crassicaudus</i>	3.24	89.8	

<i>Caelorinchus aconcagua</i>	2.49	92.28
b) Grupo orange roughy		
Similitud Promedio: 44.76		
Especie	Contribución %	Acumulado %
<i>Hoplostethus atlanticus</i>	71.84	71.84
<i>Etmopterus granulosus</i>	9.08	80.92
<i>Gadella obscurus</i>	7.94	88.86
<i>Chauliodus sloani</i>	1.84	90.7
c) Grupo alfonsino & orange roughy		
Disimilitud Promedio: 93.22		
Especie	Contribución %	Acumulado %
<i>Hoplostethus atlanticus</i>	16.23	16.23
<i>Beryx splendens</i>	14.61	30.84
<i>Sebastes oculatus</i>	7.6	38.44
<i>Etmopterus granulosus</i>	4.83	43.26
<i>Gadella obscurus</i>	4.49	47.75
<i>Emmelichthys nitidus</i>	4.09	51.84
<i>Epigonus crassicaudus</i>	3.51	55.35
<i>Caelorinchus aconcagua</i>	3.41	58.77
<i>Rata sin determinar</i>	2.65	61.42
<i>Pseudoxenomystax albescens</i>	2.62	64.04
<i>Chauliodus sloani</i>	2.47	66.51
<i>Mora moro</i>	2.22	68.73
<i>Caprodon longimanus</i>	2.13	70.86
<i>Macruronus magellanicus</i>	1.99	72.85
<i>Apristurus brunneus</i>	1.95	74.8
<i>Coryphaenoides subserrulatus</i>	1.88	76.68
<i>Rouleina maderensis</i>	1.71	78.4
<i>Centroscyllium nigrum</i>	1.63	80.03
<i>Serrivomer beanii</i>	1.41	81.44
<i>Bajacalifornia megalops</i>	1.32	82.76
<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	1.29	84.06
<i>Nezumia pudens</i>	1.22	85.27
<i>Squalus mitsukurii</i>	1.1	86.37
<i>Schedophilus sp. Aff buttoni</i>	1.03	87.4
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	1.02	88.43
<i>Caelorinchus chilensis</i>	0.98	89.4
<i>Trachurus symmetricus</i>	0.88	90.29

Tabla 56. Análisis SIMPER para los peces capturados en base a los grupos definidos a partir de las especies objetivo dominantes (alfonsino y orange roughy) una vez removidos los datos de abundancia de éstas.

a) Grupo alfonsino		Similitud Promedio: 24.33	
Especie	Contribución %	Acumulado %	
<i>Sebastes oculatus</i>	47.4	47.4	
<i>Emmelichthys nitidus</i>	19.38	66.78	
<i>Epigonus crassicaudus</i>	8.17	74.95	
<i>Caelorinchus aconcagua</i>	5.82	80.77	
<i>Pseudoxenomystax albescens</i>	5.59	86.36	
<i>Rata sin determinar</i>	3.69	90.06	
b) Grupo orange roughy		Similitud Promedio: 20.81	
Especie	Contribución %	Acumulado %	
<i>Etmopterus granulosus</i>	31.81	31.81	
<i>Gadella obscurus</i>	28.95	60.76	
<i>Chauliodus sloani</i>	6.23	66.99	
<i>Apristurus brunneus</i>	5.83	72.82	
<i>Mora moro</i>	5.05	77.87	
<i>Coryphaenoides subserrulatus</i>	4.9	82.77	
<i>Caelorinchus aconcagua</i>	3.12	85.9	
<i>Serrivomer beanii</i>	2.58	88.48	
<i>Hydrolagus macrophtthalmus</i>	2.28	90.76	
c) Grupos alfonsino & orange roughy		Disimilitud Promedio = 93.86	
Especie	Contribución %	Acumulado %	
<i>Sebastes oculatus</i>	10.31	10.31	
<i>Etmopterus granulosus</i>	7.25	17.56	
<i>Gadella obscurus</i>	7	24.56	
<i>Emmelichthys nitidus</i>	6.38	30.94	
<i>Epigonus crassicaudus</i>	5.06	36	
<i>Caelorinchus aconcagua</i>	4.78	40.78	
<i>Rata sin determinar</i>	3.91	44.69	
<i>Pseudoxenomystax albescens</i>	3.71	48.4	
<i>Chauliodus sloani</i>	3.66	52.06	
<i>Mora moro</i>	3.33	55.39	
<i>Apristurus brunneus</i>	2.98	58.37	
<i>Caprodon longimanus</i>	2.88	61.25	
<i>Macruronus magellanicus</i>	2.85	64.1	
<i>Coryphaenoides subserrulatus</i>	2.77	66.87	
<i>Rouleina maderensis</i>	2.46	69.33	

<i>Centroscyllium nigrum</i>	2.13	71.46
<i>Serrivomer beanii</i>	2.05	73.51
<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	1.98	75.49
<i>Bajacalifornia megalops</i>	1.98	77.47
<i>Nezumia pudens</i>	1.8	79.27
<i>Squalus mitsukurii</i>	1.45	80.72
<i>Schedophilus sp. Aff buttoni</i>	1.45	82.17

Tabla 57. Información general de las estaciones hidrográficas utilizadas durante el período de invierno (400040 = Cote Saint Jacques; 301017 = Bonn; 400200 = Saint Pierre).

Barco	Marea	Estación	Fecha año 2006	Latitud (S)	Longitud (W)	Hora	Ecos (m)
400040	3	CTDB IF1 1	01- Julio	-33.581	-78.372	13:11	658
400040	3	CTDB IF1 REFER.	01- Julio	-33.586	-78.357	13:59	515
400040	3	CTDB IF1 3	01- Julio	-33.613	-78.354	14:37	515
400040	3	CTDB IF1 ZAD2 4	01- Julio	-33.554	-78.333	16:15	720
400040	4	CTDB IF2 HS3 1	12- Julio	-33.455	-77.657	17:50	
400040	4	CTDB IF2 HS4 2	14- Julio	-33.426	-77.655	21:37	532
400040	4	CTDB IF2 HS6 3	16- Julio	-33.456	-77.641	6:37	525
400040	4	CTDB IF2 TR 4	16- Julio	-33.420	-77.628	7:35	838
400040	4	CTDB IF2 TR 5	16- Julio	-33.470	-77.648	8:47	456
400040	4	CTDB IF2 TR 6	16- Julio	-33.352	-77.669	9:37	696
400040	4	CTDB IF2 TR 7	16- Julio	-33.581	-77.703	11:01	313
400040	4	CTDB IF2 TR 17	16- Julio	-33.581	-77.703	11:37	377
400040	4	CTDB IF2 TR 8	16- Julio	-33.630	-77.721	12:09	516
400040	4	CTDB IF2 TR 9	16- Julio	-33.673	-77.734	12:59	727
400040	4	CTDB IF2 TR 10	16- Julio	-33.710	-77.750	13:58	1000
400040	4	CTDB IF2 TR 11	16- Julio	-33.772	-77.779	15:03	1000
400040	4	CTDB IF2 TR 12	16- Julio	-33.841	-77.811	16:12	1000
400040	4	CTDB IF2 TR 13	16- Julio	-33.520	-77.982	19:04	1000
400040	4	CTDB IF2 TR 14	16- Julio	-33.552	-77.900	20:11	1000
400040	4	CTDB IF2 TR 15	16- Julio	-33.580	-77.813	21:18	1000
400040	4	CTDB IF2 TR 16	16- Julio	-33.583	-77.799	21:59	1057
400040	4	CTDB IF2 TR 18	16- Julio	-33.630	-77.665	23:18	515
400040	4	CTDB IF2 TR 19	17- Julio	-33.640	-77.636	0:04	817
400040	4	CTDB IF2 TR 20	17- Julio	-33.650	-77.604	0:45	1000
400040	4	CTDB IF2 TR 21	17- Julio	-33.680	-77.507	1:54	1000
400040	4	CTDB IF2 TR 22	17- Julio	-33.710	-77.425	3:09	1000

Barco	Marea	Estación	Fecha año 2006	Latitud (S)	Longitud (W)	Hora	Ecos (m)
301017	1	CTDB IF4 REF 3	09-Agosto	-33.421	-76.878	20:20	697
301017	1	CTDB IF4 ZAD1 2	09- Agosto	-33.411	-76.855	21:32	631
301017	1	CTDB IF4 ZAD2 1	09- Agosto	-33.465	-76.855	22:45	611
301017	2	CTDB IF3 ZAD2 1	19- Agosto	-33.420	-77.425	14:28	815
301017	2	CTDB IF3 ZAD1 2	19- Agosto	-33.380	-77.400	15:08	789
301017	2	CTDB IF3 REF	19- Agosto	-33.400	-77.423	15:45	671
301017	3	CTDB IF3 REF	24- Agosto	-33.400	-77.423	12:57	685
301017	3	CTDB IF3 ZAD1 01	24- Agosto	-33.372	-77.419	15:41	674
301017	3	CTDB IF3 ZAD1 2	24- Agosto	-33.364	-77.420	16:29	700
301017	3	CTDB IF3 ZAD1 3	24- Agosto	-33.375	-77.418	17:20	661
301017	3	CTDB IF3 ZAD1 4	24- Agosto	-33.358	-77.418	18:08	662
301017	3	CTDB IF3 ZAD1 5	24- Agosto	-33.378	-77.417	18:55	674
301017	3	CTDB IF1 1.1	01-Septiembre	-33.766	-78.725	2:23	294
301017	3	CTDB IF1 1.2	01-Septiembre	-33.673	-78.556	3:46	271
301017	3	CTDB IF1 2 REF	01-Septiembre	-33.635	-78.511	4:31	261
301017	3	CTDB IF1 2 4	01-Septiembre	-33.606	-78.040	7:05	-9999
301017	3	CTDB IF2 WE 5	01-Septiembre	-33.598	-77.775	22:37	450
301017	3	CTDB IF2 WE 6	01-Septiembre	-33.570	-77.697	23:33	278
301017	3	CTDB IF3 WE 7	02-Septiembre	-33.389	-77.407	1:43	658
301017	3	CTDB IF3 WE 8	02-Septiembre	-33.384	-77.412	2:28	655
301017	3	CTDB IF3 WE 9	02-Septiembre	-33.372	-77.419	3:16	681
301017	3	CTDB IF3-4 WE 10	02-Septiembre	-33.382	-77.271	4:49	1070
301017	3	CTDB IF4 WE 11	02-Septiembre	-33.642	-76.890	7:49	794
301017	3	CTDB IF4 WE 12	02-Septiembre	-33.417	-76.900	8:44	653
301017	3	CTDB WE 13	02-Septiembre	-33.435	-76.853	9:40	425
301017	3	CTDB WE 14	02-Septiembre	-33.326	-76.259	13:17	-9999
301017	3	CTDB WE 15	02-Septiembre	-33.216	-75.675	17:23	-9999
301017	3	CTDB WE 16	02-Septiembre	-33.104	-75.094	21:11	-9999

Tabla 58. Información general de las estaciones hidrográficas utilizadas durante el período de primavera (400040 = Cote Saint Jacques; 301017 = Bonn; 400200 = Saint Pierre).

Barco	Marea	Estación	Fecha año 2006	Latitud (S)	Longitud (W)	Hora	Ecos (m)
400200	44	JF5-REFERENCIA-1	04- Octubre	-33.727	-79.613	21:35	535
400200	44	JF5-2	04- Octubre	-33.720	-79.618	22:17	546
400200	44	JF5-REFERENCIA-3	06- Octubre	-33.725	-79.613	20:06	537
400200	44	JF6-REFERENCIA-1	05- Octubre	-33.725	-79.877	0:50	349
400200	44	JF6-2	05- Octubre	-33.729	-79.865	1:22	391
400200	44	JF6-REFERENCIA-3	05- Octubre	-33.723	-79.875	21:42	359
400200	44	JF6-4	05- Octubre	-33.727	-79.860	22:20	
400200	44	JF6-REFERENCIA-5	06- Octubre	-33.724	-79.875	21:36	
400200	44	JF6-6	06- Octubre	-33.726	-79.865	22:09	395
400200	44	JF6-REFERENCIA-7	07- Octubre	-33.724	-79.876	20:09	354
400200	44	JF6-8	07- Octubre	-33.726	-79.861	20:38	404
400200	44	JF2-REFERENCIA-1	09- Octubre	-33.569	-77.699	0:32	283
400200	44	JF2-ZAD1-2	10- Octubre	-33.608	-77.670	21:20	445
400200	44	JF2-ZAD2-3	10- Octubre	-33.574	-77.724	21:52	324
400200	44	JF2-REFERENCIA-4	10- Octubre	-33.570	-77.696	22:22	275
400200	44	JF2-ZAD2-5	11- Octubre	-33.566	-77.710	23:20	265
400200	44	JF2-REFERENCIA-6	11- Octubre	-33.568	-77.697	23:42	280
400200	44	JF2-ZAD3-7	12- Octubre	-33.610	-77.686	23:13	426
400200	44	JF2-REFERENCIA-8	13- Octubre	-33.566	-77.696	23:39	278
400200	44	JF2-ZAD3-9	14- Octubre	-33.617	-77.692	0:06	446
400200	44	JF2-ZAD4-10	14- Octubre	-33.559	-77.695	14:48	287
400200	45	JF1-REFERENCIA-1	19- Octubre	-33.636	-78.511	0:43	260
400200	45	JF1SUR-REFER.-1	19- Octubre	-33.760	-78.722	21:57	214
400200	45	JF1-ZAD1-2	20- Octubre	-33.633	-78.457	22:20	318
400200	45	JF1-REFERENCIA-3	20- Octubre	-33.636	-78.512	22:53	216
400200	45	JF1-ZAD2-4	21- Octubre	-33.624	-78.449	22:05	250
400200	45	JF1-REFERENCIA-5	22- Octubre	-33.638	-78.512	21:48	258
400200	45	JF1-ZAD3-6	22- Octubre	-33.675	-78.597	22:27	391
400200	45	JF1-ZAD4-7	23- Octubre	-33.671	-78.503	22:10	265
400200	44	JF5-REFERENCIA-1	04- Octubre	-33.727	-79.613	21:35	535

Barco	Marea	Estación	Fecha año 2006	Latitud (S)	Longitud (W)	Hora	Ecos (m)
400200	44	JF5-2	04- Octubre	-33.720	-79.618	22:17	546
400200	44	JF5-REFERENCIA-3	06- Octubre	-33.725	-79.613	20:06	537
400200	44	JF6-REFERENCIA-1	05- Octubre	-33.725	-79.877	0:50	349
400200	44	JF6-2	05- Octubre	-33.729	-79.865	1:22	391
400200	44	JF6-REFERENCIA-3	05- Octubre	-33.723	-79.875	21:42	359
400200	44	JF6-4	05- Octubre	-33.727	-79.860	22:20	
400200	44	JF6-REFERENCIA-5	06- Octubre	-33.724	-79.875	21:36	
400200	44	JF6-6	06- Octubre	-33.726	-79.865	22:09	395
400200	44	JF6-REFERENCIA-7	07- Octubre	-33.724	-79.876	20:09	354
400200	44	JF6-8	07- Octubre	-33.726	-79.861	20:38	404
400200	44	JF2-REFERENCIA-1	09- Octubre	-33.569	-77.699	0:32	283
400200	44	JF2-ZAD1-2	10- Octubre	-33.608	-77.670	21:20	445
400200	44	JF2-ZAD2-3	10- Octubre	-33.574	-77.724	21:52	324
400200	44	JF2-REFERENCIA-4	10- Octubre	-33.570	-77.696	22:22	275